



João Miguel
Ganhão Nunes
Martins

**Competências de Interação-Pessoa-
Máquina em crianças: Estudo e
implementação de projeto de
formação.**

Dissertação de investigação do Mestrado em
Engenharia de Software

ORIENTADOR

Doutor, Fausto José da Silva Valentim
Mourato

dezembro de 2019

João Miguel
Ganhão Nunes
Martins

**Competências de Interação-Pessoa-
Máquina em crianças: Estudo e
implementação de projeto de
formação.**

JÚRI

Presidente: Doutor Cláudio Miguel Garcia
Loureiro dos Santos Sapateiro, ESTSetúbal/IPS;

Orientador: Doutor Fausto José da Silva
Valentim Mourato, ESTSetúbal/IPS;

Arguente: Doutora Martinha do Rosário Fonseca
Piteira, ESTSetúbal/IPS

dezembro de 2019

Aos meus pais, Armando e Fátima

Agradecimentos

Quero manifestar os meus agradecimentos ao pessoal do Colégio São Filipe em Setúbal, Prof.^a Madalena Silva e Educadora Lita Neves e Auxiliar Nídia Ideias, pela facilitação da inclusão deste projeto nas aulas da sala de informática dos 4 e 5 anos.

Quero também agradecer ao meu colega de Mestrado Eng. André Antunes pela parceria prestada no desenvolvimento e depuração do código utilizado nas ferramentas implementadas.

Resumo

Este trabalho visa analisar a evolução da aquisição de competências pessoa-máquina por crianças de 4 e 5 anos, num projeto de formação em informática com duração de um ano letivo. Tem por objetivos que os alunos consigam selecionar as aplicações que desejam usar num computador com auxílio do rato, e que consigam interagir com um conjunto de jogos que pedem diversas interações como clique, duplo clique, arrasto e largar em aplicações Web de desenho, escrita e cálculo matemático. Deste modo os alunos mais velhos poderão integrar o 1º Ciclo com capacidades de interação pessoa-máquina que lhes permitem uma fácil utilização do computador e resolução das tarefas propostas em aula, por mim ou por outro professor, e os mais novos de 4 anos integram o ano seguinte com capacidades que lhes permitem a utilização de aplicações mais complexas do que aquelas propostas neste projeto.

No projeto é apresentada a pesquisa realizada no tema interação criança-máquina, o software desenvolvido e o relatório de interações conseguidas pelos alunos ao longo de um ano escolar, tal como das conclusões recolhidas que possam vir a beneficiar futuros desenvolvedores, pesquisadores e professores na temática do desenvolvimento de jogos lúdico-didáticos para crianças na idade pré-escolar, com o objetivo do seu desenvolvimento cognitivo e psico-motor.

Palavras-chave: Interação, Criança, Máquina.

Abstract

This project aims to analyse the evolution of the acquisition of human-computer skills by children of 4 and 5 years old, in a computer training project that lasts for a school year. Its objectives are the acquisition of computer skills by students as, to be able to select the applications that they wish to use in a computer with the help of the mouse, and to interact with a set of games that ask for the interactions of mouse click and double click, drag and drop, of applications of drawing, writing and mathematical calculation. So that the older students can join Primary School with computer skills that help them solve the tasks proposed in class, by me or by another teacher, and that the younger ones can integrate the following year with skills that allow them to use more complex applications than those proposed in this project.

This project presents the research carried out in the theme of child-computer interaction, the developed software, and the report of the interactions achieved by the students during a school year, as well as the conclusions drawn for future developers, researchers and teachers working in the development of playful-didactic games for pre-school children with the objective of their cognitive and psycho motor development.

Keywords: Interaction, Design, Children

Índice

Agradecimentos	iv
Resumo	v
Abstract.....	vi
Índice	vii
Lista de Figuras.....	x
Lista de Tabelas	xii
Lista de Siglas e Acrónimos	xiii
Lista de Símbolos	xiv
Capítulo 1	1
Introdução.....	1
1.1. O Rato.....	3
1.2. O Teclado.....	6
1.3. O Joystick	7
1.4. Síntese	8
Revisão de literatura e análise de software existente.....	9
2.1. Introdução.....	9
2.2. Representação Simbólica	9
2.3. Resolução de Problemas	10
2.4. O Papel da Memória.....	10
2.5. Capacidades motoras finas e de linguagem	11
2.6. Capacidade intelectual	11
2.7. Metodologias de Design.....	12
2.8. Visual Design.....	13
2.8.1. Ícones.....	13
2.8.2. Texto.....	14
2.8.3. Complexidade visual	14
2.9. Uso de dispositivos apontadores	14
2.9.1. Dispositivos apropriados para a idade	15
2.9.2. Uso dos botões do rato	17
2.9.3. Estratégias de prevenção da frustração	18
2.10. Avaliação	18
2.11. Desafios de pesquisas futuras	19
2.12. Lei de Fitts	20
2.13. Análise de software existente.....	22
2.13.1. Gcompris	22
2.13.2. A CORUJA BOO	24
2.13.3. Desenhos pra Colorir e COLORIR-ONLINE	25

2.13.4. Hypatiamat – CALCRAPID.....	26
2.14. Síntese do software existente.....	27
2.15. Conclusão	27
Capítulo 3	29
Estudo comparativo do uso do rato aos 4 e 5 anos.....	29
3.1. Introdução	29
3.2. Tipos de Interação.....	30
3.2.1. Clique esquerdo e direito.....	30
3.2.2. Duplo Clique	30
3.2.3. Arrastar e largar.....	30
3.2.4. Desenho	30
3.3. Interação com rato e teclado.....	31
3.3.1. Descrição da experiência	31
3.3.2. O que fazer	31
3.3.3. O que medir.....	31
3.3.4. Quais os objetivos	32
3.3.5. Caracterizar a experiência.....	32
3.4. Software e implementação	32
3.4.1. Menu de jogos	32
3.4.2. Coruja boo	33
3.4.3. Profissões.....	34
3.4.4. Flores, Natal e dia de Reis	35
3.4.5. Coelho	36
3.4.6. Toupeiras.....	36
3.4.7. Desenha	38
3.4.8. Desenha 3	39
3.4.9. Desenha_app	40
3.4.10. Vogais, ditongos e palavras	41
3.4.11. Jogo Somas.....	42
3.5. Síntese dos jogos implementados	42
3.6. Conclusão	43
Capítulo 4	43
Resultados Primários	43
4.1. Introdução	43
4.2. Ambiente de testes	44
4.3. Tipo de testes	45
4.4. Estudo comparativo do teste 1 e 2	45
4.4.1. Análise de resultados do jogo coelho.....	48
4.4.2. Análise de resultados do jogo toupeiras	50
4.4.3. Análise de resultados dos jogos vogais, ditongos 1 e 2	51

4.5. Resultados Secundários	57
4.5.1. <i>Data Mining - Weka</i>	57
4.5.2. <i>Data Mining do jogo Coelho - teste 2</i>	58
4.5.3. <i>Data Mining do jogo Toupeiras - teste 2</i>	59
4.5.4. <i>Data Mining do Jogo vogais, ditongos 1 e 2 – teste 3</i>	61
4.6. Conclusão	64
Capítulo 5	65
Conclusões	65
Bibliografia	68
Webgrafia	71
Anexos	73
Anexo I	74
Sínteses e Sumários de aula	74
Turma 4 e 5 Anos - Atividades lúdico-educativas 2018/19	74
<i>Primeiro Período</i>	74
<i>Segundo Período</i>	75
<i>Terceiro Período</i>	76

Lista de Figuras

Figura 1 - O protótipo do primeiro rato de 1968.....	3
Figura 2 - Steel Series Rival 700 - O rato que vibra	5
Figura 3 - Representação esquemática de um teclado QWERTY	7
Figura 4 - Caminhos tomados por participantes para clicar em alvos de 32 pixéis com 256 pixéis entre eles. (a) Caminhos dos participantes adultos. (b) Caminhos dos participantes de cinco anos. (c) Caminho dos participantes de 4 anos.	16
Figura 5 - Impressões do movimento do rato para um alvo de 32 pixéis distanciado 256 pixéis da origem, de três participantes. De cima para baixo, uma jovem de 21 anos, uma jovem de 5 anos e oito meses, e uma jovem de 4 anos e seis meses.....	17
Figura 6 - Da esquerda para a direita, percentagem de cliques esquerdos e direitos por crianças de quatro e cinco anos. Cada barra representa um participante.....	17
Figura 7 - Captura de ecrã do KidPad [31].	18
Figura 8 - Captura de ecrã do menu principal do Gcompris V15.02.....	22
Figura 9 - Capturas de ecrã <i>Gcompris</i> : a) Submenu, b) Jogo de atira a bola, com uso de ambas as teclas <i>Shift</i> em simultâneo, c) Jogo Labirinto 3D, de uso de cursores para se moverem no labirinto, d) Jogo das letras, e1) Jogo de uso do rato, “encontra o morango”,	23
Figura 10 - Captura de Ecrã do site Coruja Boo	24
Figura 11 a) Captura de Ecrã do site Desenhos para Colorir, b) Captura de Ecrã do site Colorir-Online	25
Figura 12 - Menu de jogos Hypatiamat	26
Figura 13 - Jogo Matemático CALCRAPID	26
Figura 14 - <i>Menu</i> de Jogos	33
Figura 15 - Captura de ecrã do jogo <i>Boo</i>	34
Figura 16 - Jogo <i>Profs</i> do <i>Desenhos para Colorir</i>	35
Figura 17 - Jogo <i>Flocos de neve</i>	35
Figura 18 - Jogo as <i>Flores</i>	35
Figura 19 - Jogo o <i>Coelho</i>	36
Figura 20 - Jogo as <i>Toupeiras 1</i>	37
Figura 21 - Jogo as <i>Toupeiras 2</i>	37
Figura 22 - Desenho na Aplicação <i>Desenha</i>	38
Figura 23 - Desenhos realizados no <i>Desenha</i> a) aluno de 5 anos b) aluno de 4 anos	39
Figura 24 - Aplicação de <i>Desenho 3</i>	39

Figura 25 - Formas geométricas criadas pelos alunos a) 4 anos b) 5 anos.....	40
Figura 26 - Aplicação de <i>Desenha_app</i>	40
Figura 27 - Interface do Jogo Vogais, Ditongos 1 e Ditongos 2	41
Figura 28 - Interface do jogo escrita de palavras em Português e Inglês.	41
Figura 29 - Interface do jogo Somas.....	42
Figura 30 - Médias de Arrastos nos testes 1 e 2	46
Figura 31 - Média de duplo clique nos testes 1 e 2	47
Figura 32 - Concentração de dados entre [0.5-1.5] s	48
Figura 33 - Gráfico comparativo da velocidade de arrasto numa série de movimentos de dois alunos com 4 e 5 anos no teste 2	48
Figura 34 - Linha de tendência dos arrastos medidos em agrupamentos de 1s de ambas as idades.....	49
Figura 35 - Total de arrastos em percentagem.....	49
Figura 36 - Dispersão de dados entre [0-1.4] s	50
Figura 37 - Linha de tendência dos cliques medidos por intervalo de tempo no teste 2	50
Figura 38 - Os duplos cliques realizados em constituem 56% do total de entradas até aos 2s.	51
Figura 39 - Média de tempo entre cliques para o jogo vogais.	51
Figura 40 - Média de tempo entre cliques para o jogo ditongos 1.....	52
Figura 41 - Média de tempo entre cliques para o jogo ditongos 2.....	52
Figura 42 - Comparativo dos jogos de Português – teste 1	53
Figura 43 - Comparativo dos totais de cliques por jogo de Português – teste 2	55
Figura 44 - Comparativo das médias de cliques de jogos de Português	55
Figura 45 - Gráficos de pré processamento para jogo coelho em duas datas.....	58
Figura 46 - Relatório do <i>Simple K Means</i>	58
Figura 47 - Visualização dos dois clusters do algoritmo k-means.....	59
Figura 48 - Gráficos de pré processamento para jogo toupeiras em duas datas...	59
Figura 49 - Algoritmo de <i>clustering</i> SIMPLE K MEANS	60
Figura 50 - Visualização dos dois clusters do algoritmo k-means.....	60
Figura 51 - Pré processamento dos 3 jogos	61
Figura 52 - Número de Hits por jogo segundo a ordem de realização	61
Figura 53 - Gráficos de pré-processamento para 3 jogos na mesma data	62
Figura 54 - Classificador SimpleKMeans.....	62
Figura 55 - Clustering, instance vs time.....	63
Figura 56 - Clustering, id vs time	63

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Steel Series Rival 700 - O único rato que vibra	5
Tabela 2 - Síntese dos jogos existentes em sala de aula	27
Tabela 3 - Síntese dos Jogos Implementados	42
Tabela 4 - Ficha Teste 2 do IIP, Sala 4 e 5 anos	44
Tabela 5 - Resultados comparativos de 6 alunos do teste 1 e 2 do jogo coelho ...	46
Tabela 6 - Resultados comparativos de 6 alunos do teste 1 e 2 do jogo coelho ...	47
Tabela 7 - Médias de alunos nos jogos vogais, ditongos 1 e 2	53
Tabela 8 - Comparativo de teste 1 com teste 2 de jogos de Português	54

Lista de Siglas e Acrónimos

CLI	Command Line Interface
CSS	Cascade Style Sheet
CSV	Comma Separated Values
CPI	Characters Per Inch
DPI	Dots Per Inch
ETL	Extract, Transform, Load
FPS	First Person Shooter
GUI	Graphical user Interface
HTML	Hyper Text Markup Language
Hz	Hertz
ICM	Interação Criança Máquina
IPM	Interação Pessoa Máquina
JS	JavaScript
KLM	Keystroke Level Model
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MS	Microsoft
PC	Personal Computer
PPM	Palavras por minuto
Px	Pixéis
SO	Sistema Operativo
USB	Universal Serial Bus
WOW	World of Warcraft

Lista de Símbolos

D	Distância do ponto inicial até o centro do alvo
ID	Índice de dificuldade de uma tarefa
IP	Índice de desempenho
Log ₂	Logaritmo base 2
m/s	Metros por segundo
MT	Tempo médio do movimento
TP	<i>Throughput</i>
W	Largura do alvo

Capítulo 1

Introdução

O objetivo primário deste estudo passa por demonstrar a mudança de paradigma tecnológico no uso de computadores em que passámos do uso de rato e teclado para toque. Deste modo escolheu-se uma turma de 4 e 5 anos com experiência em tablet e smartphone, e implementámos um projeto de ensino de rato e teclado no sentido de demonstrar que as duas tecnologias podem seguir em paralelo e que a experiência adquirida por toque não é impeditiva da aprendizagem de interação criança máquina por meio de rato e teclado. Assim sendo esta dissertação está segmentada do seguinte modo:

- introdução,
- revisão de literatura,
- Análise do software existente em sala de aula
- Estudo comparativo dos 4 e 5 anos
- Software desenvolvido para experiência e implementação
- Resultados primários e secundários da experiência
- Conclusões

Desde os anos 60 do século XX que se usa o rato como periférico de entrada e apontador de ecrã. Primeiro como tecnologia militar que rapidamente transitou para o mercado industrial e depois nos anos 80, como aparelho comum associado aos primeiros computadores pessoais vendidos para uso doméstico. Mas é nos anos 70 que surgem os primeiros estudos sobre o uso do rato por crianças e desde aí que não pararam de ser realizados estudos que concluem que as crianças começam a usar o rato com maior proficiência a partir dos 5 anos e que podem começar a aprender a partir dos 3 anos de idade. Passados quase 50 anos depois dos primeiros testes, o rato continua a ser uma tecnologia transversal do mercado informático, e embora muitos pensassem que com o aparecimento dos ecrãs multitoque, os ratos caíssem em desuso, tal não sucedeu.

Assim, pretende-se que este estudo confirme os resultados de estudos anteriores apresentados no capítulo 2, de que as crianças de 4 e 5 anos podem aprender a usar o rato e teclado mesmo que já tenham por hábito o uso de dispositivos de toque ou joysticks. Com isto os tipos de interações para crianças a experimentar no ensino pré-escolar, são: o clique, duplo clique, arrasto em jogos e aplicações de desenho. Igualmente com esta experiência pretendo demonstrar a evolução dos 4 para os 5 anos no uso do rato no computador.

Ainda assim é importante desassociar o rato do teclado, pois embora possamos clicar e arrastar e saltar de página para página com o rato, o mesmo também é possível com o teclado com outro nível de dificuldade para os alunos de 4 e 5 anos que ainda não sabem escrever, mas que conseguem encontrar as letras no teclado de forma assistida, ou por se apontando onde estão as letras ou mostrando as letras no ecrã que se pretenda que a criança escreva.

Nas páginas seguintes vou passar em revista a invenção e evolução destes periféricos de entrada, quer o rato como importante dispositivo apontador de coordenadas que nos permite interagir com o GUI, quer o teclado para a inserção de caracteres, não esquecendo o dispositivo apontador joystick que acompanhou o rato e teclado nos últimos 50 anos.

1.1. O Rato

O principal dispositivo de entrada de dados usado neste estudo é o rato, um dispositivo apontador, que faz o input de coordenadas na interação com o computador. Embora tenha sido inventado por Bill English, a patente original nos Estados Unidos em 1970 pertence a Douglas Engelbart. Este último apresentou o rato (Figura 1) pela primeira vez em 9 de dezembro de 1968 denominando-o de "XY Position Indicator For A Display System". Constituído por uma pequena caixa de madeira com apenas um botão. A invenção de Engelbart viu-se inicialmente sem utilização devido à falta de necessidade de tal dispositivo: afinal, a maioria dos computadores utilizava apenas textos sem cursores no ecrã.

A partir da primeira metade da década de 1980, mais precisamente em 1983, a Apple Inc. passou a utilizar o rato como dispositivo apontador nos seus microcomputadores Apple Lisa. A partir daí, este periférico tornou-se parte integrante dos atuais computadores pessoais.

Já o sistema operativo Windows da Microsoft foi criado à volta do rato e navegar na Internet seria impossível sem ele. Pode-se dizer que, a partir do lançamento do Windows 3.1, em abril de 1992, o lugar do rato estava assegurado.

Desde aí que em todos os dias da nossa vida em que usamos o computador, utilizamos o rato para iniciar um programa ou para fazer uso das diferentes ações que os diferentes softwares permitem. Desta forma o rato deteta o movimento e cliques do utilizador no GUI e envia-os para o computador para que ele possa responder adequadamente («Rato (informática)» 2019).



Figura 1 - O protótipo do primeiro rato de 1968.

Mas o rato é muito mais que um dispositivo apontador. Nos nossos dias o rato engloba uma roda de rato e botões programáveis, mas também funções como, a previsão de movimentos a sensibilidade do movimento do cursor ou o controlo de peso, funções que vou passar a rever segundo o artigo, Best Gaming Mouse 2019 – Buyer's Guide, de Edward Eugen («Best Gaming Mouse - Top Ten (Reviewed Oct 2019)» 2019)

- **Previsão**

Os ratos para jogos precisam de ser inteligentes para atender a todas as necessidades dos jogadores. Daí que os ratos modernos sejam capazes de evitar o registo de movimentos errado das mãos, mas a correção do rato nem sempre é útil, pois a precisão é amplamente comprometida durante os jogos.

- **Sensor**

Existem dois tipos de sensores disponíveis para o rato, ótico e laser. O sensor ótico é adequado até mesmo para as superfícies mais ásperas. O sensor a laser funciona melhor em superfícies refletivas.

- **Sensibilidade**

A sensibilidade do rato é medida em DPI (Dots Per Inch) ou CPI (Characters Per Inch). O DPI pode medir-se entre algumas centenas e alguns milhares de unidades. Quanto maior o valor de DPI, mais rápido o rato se move no ecrã. A melhor sensibilidade dos ratos de 2019 é de 16000 DPI óticos e 8000 DPI a laser.

- **Aceleração**

A relação entre a velocidade do ponteiro e a velocidade do movimento da mão define a aceleração de um rato. É medida em força G, onde um G é igual a 9,8 m/s. Os jogadores de baixa sensibilidade precisam com frequência de acertar a aceleração do rato antes de o usar, para conseguirem uma experiência de utilizador equivalente ao utilizador standard.

- **Taxa de sondagem**

Refere-se à taxa de transferência e resposta entre o rato e o computador. É medido em hertz e varia entre 250-1000Hz na maioria dos ratos para jogos.

- **Botões programáveis**

Aumentam a capacidade de configuração de ratos e teclados nos jogos mais empolgantes. Os ratos para jogos geralmente possuem botões que podem ser transformados em teclas de atalho para executar ações no jogo mais rapidamente. Por exemplo, podem estar presentes botões de sniper num rato específico para jogos de FPS.

- **Perfis**

Aos botões programáveis, associam-se um conjunto de configurações de perfil. Podemos até mesmo especificar ações diferentes para diferentes personagens em jogos como o WOW. Desta forma com o mesmo rato, podemos alternar suavemente entre géneros e jogos.

- **Distância de levantamento**

É a altura a que o rato pode ser levantado da superfície antes que os movimentos de movimento não respondam. O software do rato pode ser útil para ajustar as distâncias de levantamento, representando uma vantagem em jogos competitivos.

- **Peso**

Determina o nível de sensação durante o jogo. Atualmente pesos ajustáveis são um conceito de tendência em ratos de jogos onde o ajuste fino ajuda a facilitar as previsões e decréscimo de dificuldade.

Todas estas funcionalidades fazem do rato um dispositivo tecnológico que se renova continuamente adaptando-se às novas características de utilizadores e jogadores, como é o exemplo (Figura 2) que se segue na Tabela 1.



Figura 2 - Steel Series Rival 700 - O rato que vibra

Características: Sensor óptico de 350 IPS, display OLED e alertas táteis imersivos	
Benefícios: Construído para precisão, com um display de fácil configuração e vibrações para melhor experiência de jogo.	
<p style="text-align: center;">Prós</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iluminação RGB • Design modular inovador • Tela OLED gimmicky • Alertas táteis programáveis • Rato personalizável conforme as necessidades do utilizador 	<p style="text-align: center;">Contras</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nenhuma opção canhota ou ambidestro disponível • O preço pode ser muito alto para alguns • Embora útil, os módulos são um pouco caros

Tabela 1 - Steel Series Rival 700 - O único rato que vibra

Desta forma apresentei o melhor que o rato pode oferecer à data deste projeto. Contudo, nas aulas usámos ratos comuns de 800 DPI apenas com as funções de roda e botões esquerdo e direito. No entanto apenas se usou a roda do rato para navegar no menu principal de projeto, e o botão esquerdo, já que as ações do botão direito foram desabilitadas. Como

veremos mais à frente a dimensão do rato não desempenha um fator relevante no desempenho das crianças, por isso o tamanho usado foi o tamanho standard, acima do pequeno. Ainda sobre a experiência, os ratos usados eram de diferentes marcas, mas do mesmo tamanho, e todos com fio, o que também não se mostrou um impedimento ao uso normal. Há ainda a mencionar que os ratos foram usados em tapete de esponja, de dimensões e tipo standard, criando-se assim uma boa base de deslizamento, levando a um desempenho de arrasto normal.

Como veremos mais adiante, o maior problema ocorreu com os botões do rato na execução de duplo clique, onde a força da mola desempenha um impedimento para os dedos mais pequenos do grupo etário avaliado. Ainda assim após habituação pelo uso, as crianças conseguiram realizar esse movimento com os ratos standard utilizados.

1.2. O Teclado

Outro dispositivo de entrada de dados usado neste estudo é o teclado, nomeadamente para o ensino dos números e letras do alfabeto. Na computação, o teclado de computador é um periférico de entrada que possui uma série de botões ou teclas, e é utilizado para inserir dados e comandos no sistema do computador. Possui teclas, representativas de letras, números, símbolos e outras funções, baseado no modelo antigo de teclado das máquinas de escrever.

Os teclados de computadores mais comuns são projetados para a escrita de textos e inserção de comandos de sistema. E juntamente com o rato, é uma das principais formas de interagir com o computador.

Sobre as teclas, estas são ligadas a um chip dentro do teclado, responsável por identificar a tecla pressionada e por enviar as informações para o computador. O meio de transporte dessas informações entre o teclado e o computador pode ser sem fio (via rede sem fios, Bluetooth ou infravermelhos) ou por cabo, via USB.

O número de teclas num teclado padrão varia de 101 a 104 teclas, no entanto, considerando-se teclas de atalho e outros recursos, é comum encontrar teclados de até 130 teclas. Também há variantes compactas com menos de 90 teclas, geralmente encontradas em computadores portáteis e em computadores de mesa compactos. Os arranjos mais comuns em países ocidentais baseiam-se no padrão QWERTY (Figura 3) e variantes próximas, como o AZERTY para o teclado em francês (*Microinformática - Teclado*, sem data)

Os teclados mais modernos já incluem: retroiluminação colorida, design elegante e minimal, excelente qualidade de construção e descanso de pulso incluído («10 Best Gaming Keyboards (Reviewed Oct 2019)» sem data).



Figura 3 - Representação esquemática de um teclado QWERTY

1.3. O Joystick

O manípulo eletrônico, também conhecido por joystick, é um periférico de entrada para computador e videogames ou um dispositivo geral de controle. Consiste numa vara vertical, na qual os pivôs se aproximam de uma extremidade e transmitem o seu ângulo em duas ou três dimensões a um computador.

O primeiro joystick da Atari, desenvolvido para o Atari 2600, foi um dos primeiros joysticks digitais, composto por um simples botão de disparo e conectado via cabo DE-9. Estas especificações eletrônicas serviram como base para os anos que se seguiram. Ao longo do desenvolvimento do joystick, estes foram frequentemente usados como controladores na primeira e segunda geração das consolas de jogos, daí, então, desenvolveu-se uma família de comandos de videogames, com a Nintendo Entertainment System e Sega Master System entre os anos de 1985 e 1986 e mais tarde na Xbox e na PlayStation, a serem os exemplos mais significativos da aplicação do joystick. Basicamente os modelos existentes podem classificar-se resumidamente em três categorias: joystick básico, já descrito, comandos e volantes. Diferenciando-se apenas nas suas características operacionais como botões e facilidades adaptadas a situações específicas. Atualmente muitos comandos vêm com tecnologias dual joystick, analógico e digital. Já o volante consiste numa base que contém o objeto simulado, como o volante e pedais de carro que muitas vezes incluem sistemas hápticos de *force-feedback* para travagem, rigidez de volante e bloqueio de pedais em simuladores automóveis («SimuCUBE simulator force feedback controller» sem data), («Joystick» 2018).

O joystick enquanto referência é mencionado por ser um dispositivo mapeamento com cursor, à semelhança do rato, e por o conceito do joystick estar incluído em todos os *gamepads* mais recentes com sticks analógicos.

1.4. Síntese

Nesta análise preliminar de dispositivos de interação a usar no projeto de formação, o melhor dispositivo a utilizar é o rato e teclado, muito pela prevalência dos dois no mercado mundial em detrimento do joystick mais utilizado em videojogos. Talvez fosse possível ter usado um joystick ou um *gamepad* com vários botões para interagir com o computador, mas o alto preço e probabilidade futura de virem a usar o joystick como dispositivo primário de interação com o PC ou *Laptop* ser baixa, levou a que exclusão da ideia de usar o joystick neste projeto de formação.

Assim o rato escolhido foi o mais simples, com botões direito e esquerdo e roda de rato. O teclado escolhido foi o QWERTY em português. Estas duas opções devem-se ao fato de os alunos terem ensino em português e por o objetivo de introdução à informática poder ser cumprido com o rato mais simples disponível no mercado, já que os modelos com mais opções apenas viriam a aumentar a complexidade da formação o que seria contraproducente para um plano preparado para alunos de 4 e 5 anos.

De seguida passaremos à revisão de literatura referente a estudos passados com crianças em idade pré-escolar, onde iremos rever as principais vertentes de uso de rato e qualidades cognitivas infantis aplicáveis no estudo e ensino da informática.

Capítulo 2

Revisão de literatura e análise de software existente

2.1. Introdução

O capítulo da revisão de literatura reúne um conjunto de fontes sobre vários aspetos relativos à formação intelectual da criança e criação de aplicações para este grupo etário. Entre as principais fontes desta revisão de literatura está o trabalho de 2008, *Interaction Design and Children*, de Juan Pablo Hourcade (Hourcade, 2008) que debate as teorias relativas às fases de crescimento e aprendizagem das crianças, sendo bastante completo em exemplos de trabalhos práticos e conclusões retiradas sobre o uso do rato por crianças.

2.2. Representação Simbólica

A representação simbólica é um importante elemento no processo de aprendizagem resultante do processo de design, quando utilizada por pré-escolares em operações que impliquem juntar scripts de informação, enquanto tarefas que devem ser desenvolvidas, que envolvam ações, localização e objetos.

A complexidade dos scripts que as crianças conseguem desenvolver aumenta durante o 1º Ciclo e está relacionado com a capacidade de pensar em narrativas (Flavell, Miller, & Miller, 2002). Esta é uma das razões por detrás do desenvolvimento da capacidade de contar histórias nas crianças com todo o simbolismo inerente. Se atribuirmos símbolos como animais ou cores a ícones, será mais fácil para o utilizador pré-escolar recordar onde aceder a programas e lembrar-se da última memória relativa à experiência de utilizador desse programa durante a idade pré-escolar e seguintes.

Uma demonstração do anteriormente dito é a UI de um programa como o Scratch do MIT («Scratch - Imagine, Program, Share» sem data), que permite animar ilustrações e programar ações através ícones e cores facilmente memorizáveis. No processo de aprendizagem deste programa os ícones são scripts de código, segundo um código de cores e instruções, que juntos animam os personagens dos projetos desenvolvidos durante o 1º Ciclo, para mais tarde os alunos poderem criar os próprios jogos, de forma assistida durante o 2º Ciclo. Mas na idade pré-escolar os ícones enquanto desenhos autodidatas começam por ser riscos até aos 4 anos e depois formas pictóricas a partir dos 5 anos, que mais tarde tornam-se nas bases dos personagens das histórias que motivam as crianças a jogar e a aprender por meio de um computador.

2.3. Resolução de Problemas

As crianças dos 8 aos 12 anos, no estágio das operações concretas de Piaget, são capazes de inferir factos dado certas evidências, mesmo que os factos contradigam o que elas percebem no momento. Mas já uma criança de 4 ou 5 anos no estágio pré-operatório (pré-escolares dos 2 aos 7 anos), vê as coisas de modo algo diferente, pois já faz uso da representação simbólica na compreensão, embora com algum egocentrismo intelectual conjugado com animismo, onde a criança atribui características humanas a objetos e animais, e com o pensamento mágico com o qual a criança sonha, deseja e explica com base na imaginação descurando a lógica das situações. Nesta idade as crianças interessam-se por questões práticas e resultados imediatos que conjuguem com o seu próprio ponto de vista subjetivo, muitas vezes desprezando os objetivos dos adultos. Ainda sobre a criança, neste estágio operatório, “Não percebe as diferenças entre as mudanças entre as mudanças reais e aparentes e, portanto, responde com base na aparência, acreditando que é o real.” (Microsoft Word - PIAGET.DOC, 2019), (Sequeira, 1990). Um exemplo é a tarefa de conservação de Piaget, onde água é despejada para copos mais alto e finos, facto a que as crianças, no estágio pré-operatório, normalmente acham que têm mais água que copos mais largos e baixos (Flavell, Miller, & Miller, 2002).

Estas diferenças de desenvolvimento sugerem, por exemplo, que a informação deve ser apresentada, de forma a tomar decisões imediatas e objetivas num contexto subjetivo com base no uso de tecnologias, de forma diferenciada para os pré-escolares comparativamente com crianças mais velhas.

Já a reversibilidade é importante na resolução de problemas com base em software, e pode ajudar na navegação em interfaces de jogos e aplicações. Ainda sobre a resolução de problemas, as crianças do 1ºCiclo são mais propensas que os pré-escolares a usarem medidas quantitativas para resolver problemas ou tomar decisões, enquanto que os pré-escolares têm maior probabilidade de fazer avaliações qualitativas (Flavell, Miller, & Miller, 2002). Os designers devem ter estes argumentos em conta no feedback dado às crianças aquando do desenho de aplicações para uso em computador.

2.4. O Papel da Memória

A capacidade de processamento de informação e de memória de trabalho, ajudam à resolução de problemas, ao manterem presentes na mente objetivos e factos, e por providenciarem a habilidade de avaliar possíveis estratégias e soluções. A experiência na resolução de problemas ajuda a desenvolver capacidades no crescimento da criança. Já o conhecimento de domínio ajuda as crianças mais velhas a retirar informação mais relevante, de um problema em específico e também a reconhecer estratégias para resolver esse mesmo problema. A familiarização com informação específica de um domínio ajuda a libertar recursos da memória de trabalho, que por sua vez ajuda a manter mais informação presente na mente.

Esta vantagem serve para discernir quando é que as capacidades se sobrepõem à idade,

como é evidenciado em diversos estudos (Hourcade, 2008) em que crianças mais novas têm prestações equivalentes a crianças mais velhas e adultos, em áreas em que sejam especialistas. O conjunto das experiências é, no entanto, mais fácil de desenvolver para crianças mais velhas e adultos. As capacidades metacognitivas também melhoram durante a infância, provando que as crianças têm maior consciência dos seus recursos cognitivos e de uma maior gama de estratégias das quais podem escolher.

Os fatores acima mencionados podem desenvolver um enorme papel na forma como as crianças usam e o que fazem com tecnologias. Daí ser importante documentar a experiência anterior das crianças, quando conduzimos testes de interação e assegurar que esse passado se adapta ao público-alvo da tecnologia usada. Estas questões de especialização podem também explicar algumas das diferenças que foram encontradas em experiências desenvolvidas recentemente comparadas com experiências de há 20 anos, quando as crianças mais novas em particular eram menos propensas a ter experiência com computadores. Um caso específico destes estudos (Hourcade, 2008) é comparar ações de rato, arrastar e largar com interações de clique, mover, clique.

2.5. Capacidades motoras finas e de linguagem

A maioria da pesquisa sobre capacidades motoras finas está focada na manipulação de objetos e tecnologia, no que respeita a movimentos intrínsecos que envolvem o uso dos dedos para manipular um objeto na mão, e movimentos extrínsecos que envolvem mover a mão e o objeto agarrado (Payne & Isaacs, 2005).

Nestas análises podem levantar-se problemas, se o objeto for maior que a mão, como no caso de um rato standard a ser usado por uma criança de 4 anos para desenhar ou jogar.

Outros estudos revelam que no desenho, as crianças copiam e tracejam normalmente começando no canto inferior esquerdo e movendo para cima no primeiro risco (Birch & Lefford, 1967). Sabendo isto os programas de desenho devem assim evitar ter obstáculos como botões de menu nesta zona do ecrã, quando podemos colocá-los num menu no topo da página.

Sobre as etapas de ensino da linguagem nas crianças dos Estados Unidos, no infantário a maioria das crianças consegue identificar letras, ler o nome e algumas palavras comuns. Quando chegam ao 3ºAno, a maioria das crianças consegue soletrar palavras corretamente e ler ficção e não ficção para o 1ºCiclo. Quando chegam ao 6ºAno, a maioria das crianças já lê com confiança e soletra um vasto número de palavras corretamente (Checkpoints for Progress in Reading and Writing for Teachers and Learning Partners, 1998).

2.6. Capacidade intelectual

Relativo à capacidade intelectual, são vários os fatores que potenciam o seu desenvolvimento, tal como aqueles que o atrasam, como o visionamento maciço de televisão pelas crianças, que está correlacionado com problemas de atenção no 1º Ciclo, assim como de

más capacidades de leitura (Christakis, Zimmerman, & DiGiusepp, 2004) (Rideout, Vandewater, & Wartell, 2007). Já o veredicto sobre computadores é menos claro. Um estudo descobriu que pré-escolares expostos a computadores obtiveram pontuações maiores do que aqueles não expostos, em testes padronizados de conceitos e cognição escolares (Li & Atkins,, 2004). No entanto, a frequência de uso não teve impacto nos resultados.

Já Plowman e Stephen (Plowman & Stephen, 2003) estudaram o mesmo tema e fizeram uma revisão de literatura sobre o uso de tecnologia por pré-escolares, e sugerem que as tecnologias precisam de ser desenhadas de acordo com as necessidades específicas das crianças em mente. Eles também defendem uma melhor avaliação das tecnologias voltadas para essa faixa etária.

As temáticas de gênero também podem ser problemáticas, pois Joiner (Joiner, 1998) descobriu que, mudando meramente o tema motivacional de um jogo, de forma a ser mais apropriado para raparigas, não o faz mais atrativo para as raparigas, mas sim menos atrativo para rapazes.

2.7. Metodologias de Design

Ao estudar as diferentes maneiras pelas quais as crianças participaram no design de tecnologias infantis, Druin (Druin, 2002) desenvolveu um método de classificação.

Druin refere que as crianças podem participar no processo de design como utilizadores, participantes de testes, informadores ou parceiros de design.

Além disso, a autora afirma que cada função substitui e engloba a próxima, com todos os participantes de teste a serem utilizadores, todos os informadores a realizarem os testes e todos os parceiros de design a serem informadores. Esta classificação, apresentada no discurso de Druin na primeira conferência Interaction Design and Children em 2002, tem sido amplamente citada desde então, com autores em conferências subsequentes de Interaction Design and Children, a referirem-se aonde é que as suas atividades de pesquisa com crianças se encaixam na classificação de Druin que adaptou e desenvolveu um conjunto de técnicas para trabalhar com parceiros de design enquanto crianças, ao que chamou de inquérito cooperativo (Druin, 2002). As técnicas utilizadas no inquérito cooperativo são:

- **Inquérito contextual:** observar o que as crianças fazem com as tecnologias que elas atualmente têm.
- **Design participativo:** ouvir o que as crianças têm a dizer diretamente ao colaborar sobre o desenvolvimento de protótipos de baixa tecnologia.
- **Imersão em tecnologia:** observar o que as crianças fazem com quantidades extraordinárias de tecnologia (semelhante ao que eles podem ter no futuro).

2.8. Visual Design

Segundo a *Interaction Design Foundation* («What Is Visual Design?» sem data), o Visual Design tem como objetivo moldar e melhorar a experiência do utilizador, considerando os efeitos de ilustrações, fotografia, tipografia, espaço, layouts e cores na usabilidade dos produtos e no apelo estético. Para ajudar os projetistas a alcançar isso, o visual design considera uma variedade de princípios, incluindo unidade, propriedades de *Gestalt*, espaço, hierarquia, equilíbrio, contraste, escala, dominância e similaridade.

O Visual Design como um campo cresceu a partir do Design da Interface do Utilizador (UI) e do Design Gráfico. Como tal, concentra-se na estética de um produto e materiais relacionados, implementando estrategicamente imagens, cores, fontes e outros elementos. Um design visual bem-sucedido garante que o conteúdo permaneça no centro da página ou da função e aprimora-o, envolvendo os utilizadores e ajudando a aumentar a confiança e interesse no produto (e, conseqüentemente, na marca).

O Visual Design engloba uma série de questões que os designers devem ter em mente, desde as diferenças nas interpretações culturais da cor vermelha, até ao uso adequado do espaço em branco. Baseia-se numa rica e longa história da produção de um trabalho esteticamente agradável e bem-sucedido e considera como se podem formar ou organizar elementos visuais para abordar os princípios de bons designs visuais. Para o efeito os designers devem moldar a experiência do utilizador e obter respostas e comportamentos do utilizador que atendam ao uso e propósito do produto. Impercetíveis, os pequenos detalhes da estética de um produto podem, portanto, desempenhar um papel significativo no design da experiência do utilizador.

2.8.1. Ícones

Os meios visuais de interação com interfaces de utilizador são cruciais para o sucesso do software para crianças pré-alfabetizadas ou que apenas começaram a ler, como provam os problemas com interfaces textuais que foram observados, por Walter et al. (Walter, Borgman, & Hirsh, 1996).

Assim como no caso dos ícones para adultos, os ícones para crianças devem ser projetados de forma a representarem ações ou objetos de maneira reconhecível, para serem facilmente distinguíveis uns dos outros, para que possam ser reconhecidos como interativos e separados do plano de fundo sem que tenham mais complexidade visual do que a necessária para cumprir os três requisitos anteriores (Shneiderman & Plaisant, 2004). Desta forma os ícones devem ser sobredimensionados para que as crianças possam memorizar e clicar facilmente neles, isto é uma medida importante devido à baixa precisão de clique que os alunos apresentam nestas idades.

2.8.2. Texto

O uso do texto deve ser minimizado, em particular para crianças que não saibam ler, ou que estão a começar a aprender (Druin, et al., 2001). Assim o texto utilizado no software para alunos pode começar por ser: as vogais e letras soltas, na idade pré-escolar antes de se começar a apresentar palavras no 1º Ciclo. No caso do software Gcompris para a aprendizagem da escrita com recurso ao teclado são disponibilizados exercícios de desenhar as vogais por meio de cliques em pontos, de ouvir a letra ou de letras a cair para que o aluno carregue nas teclas correspondentes, de palavras a cair também com interação por teclado, de encontrar os pares entre maiúsculas e minúsculas por meio de clique em cartas, entre outros jogos que envolvem o alfabeto.

Já o jogo de escrita de Nikola Simovic («Typing game - plain JS» sem data), que pede para escrever o máximo de palavras antes que o tempo acabe, partilhado na plataforma online *CodePen* («CodePen: Build, Test, and Discover Front-end Code.» sem data) é um bom ponto de partida para testar a velocidade de escrita de alunos do 1º Ciclo em Inglês, mas que no CodePen substituindo o código fonte da listagem de palavras, pode ser adaptado para Português.

2.8.3. Complexidade visual

A alta complexidade visual pode sobrecarregar qualquer utilizador, e afeta em muito as crianças que não conseguem processar informações visuais tão rapidamente quanto os adultos (Kail, 1991).

Uma forma de lidar com a complexidade visual, é usar estratégias multicamadas, onde são apresentadas às crianças primeiro, poucas ações e objetos, e à medida que se tornam proficientes nestas ações simples, então podemos avançar e apresentar mais ações e objetos na interface de utilizador (Shneiderman, 2003).

No software *Children's Digital Library* (Druin A. , et al., 2003), as crianças criam pesquisas visuais que retornam resultados na internet. Quando isto ocorria, as crianças viam uma animação na área onde são apresentados resultados, que mostrava os livros que pesquisaram, enquanto as capas eram descarregadas. As crianças eram livres de interagir com o software durante a execução de pesquisas, podendo cancelar a pesquisa, ou navegar para outra parte do software enquanto a pesquisa era executada. Demonstrando assim que as crianças são capazes de interagir com interfaces de complexidade visual complexas.

2.9. Uso de dispositivos apontadores

O uso de dispositivos apontadores é uma capacidade muito valiosa. Um exemplo disto é o trabalho dos terapeutas ocupacionais Lane e Ziviani (Lane & Ziviani, 2002), que desenvolveram o “*Test of Mouse Proficiency*” (Lane & Ziviani, 2002) com o objetivo de identificar crianças com dificuldades no uso do rato, de forma a oferecer-lhes intervenções apropriadas.

O teste verifica a proficiência das crianças através de quatro jogos, onde cada um requer o uso de diferentes capacidades no uso do rato:

- apontar e clicar em alvos estáticos,
- apontar e clicar em alvos em movimento,
- desenhar,
- e arrastar e largar objetos.

Esta proposta para aprendizagem de interações básicas de uso do computador é possível de ser usada com recurso ao software Gcompris em articulação com ferramentas de desenho como o *MS-Paint*, mas as possibilidades de desenho e desenvolvimento de novas aplicações com este método de teste são igualmente apelativas para outros professores e terapeutas.

2.9.1. Dispositivos apropriados para a idade

Até recentemente, pouca atenção foi prestada para a dimensão de dispositivos de entrada. Hourcade et al. abordaram este problema num estudo comparativo da performance de crianças de 4 e 5 anos, com ratos pequenos e normais (Hourcade, Crowther, & Hunt, 2007). Os resultados sugerem que a dimensão do rato não afeta a performance. Uma das limitações do estudo, foi que todos os participantes tinham experiência prévia de uso de ratos de tamanho normal. Assim estes resultados estão em linha com estudos prévios de outros académicos que indicam que a dimensão do rato não faz diferença na interação criança-máquina (Crook, 1992).

Surpreendentemente, poucos trabalhos foram realizados na avaliação dos méritos de tecnologias de apontamento direto, como as canetas digitais e ecrãs de toque. Mas a experiência de J. P. Hourcade (Hourcade, 2008) indica que os ecrãs de toque são em regra bem recebidos pelas crianças, talvez porque providenciam meios mais concretos de seleção de opções no ecrã, e se os ícones forem devidamente dimensionados, podem ajudar a remover dificuldades que as crianças encontrem em apontar e usar dispositivos de apontamento indireto como o rato. Ainda sobre a experiência de J. P. Hourcade no projeto *International Children's Digital Library* (Druin A. , et al., 2001), o autor indica que as crianças que participaram como parceiros no design da aplicação na *University of Maryland*, preferiram sempre trabalhar com ecrãs de toque em detrimento dos computadores com rato.

Ainda sobre este tema, uma revisão de literatura sobre crianças e tarefas de apontamento revela um longo histórico de estudos a partir da década de 70 do séc. XX, que demonstram que a performance das crianças mais jovens com dispositivos apontadores é inferior à de crianças mais velhas e adultos (Kerr, 1975), (Salmoni & McIlwain, 1979), (Sugden, 1980), (Wallace, Newell, & Wade , 1978). Acerca deste tema vários estudos apontam que estas diferenças persistem quando as crianças usam dispositivos apontadores no computador (Crook, 1992), (Hourcade, Bederson, & Druin, 2004), (Joiner, Messer, Light, & Littl, 1998), (Jones, 1991), (King & Alloway, 1993).

Outro estudo com crianças de quatro e cinco anos, de J. P. Hourcade (Hourcade, Bederson, & Druin, 2004), demonstrou as diferenças entre crianças na idade pré-escolar e jovens adultos em tarefas de apontar e clicar.

Neste estudo, uma das provas mais evidente foi dada pelas impressões dos caminhos utilizados para realizar tarefas pelos participantes, onde os caminhos de linhas irregulares das crianças contrastaram com as linhas diretas dos jovens adultos (Hourcade, Bederson, Druin, & Guimbretiere, 2004), (Figura 4 e 5). Outro dado interessante foram as diferenças claras de precisão, onde as crianças de 4 anos precisaram de alvos quatro vezes maiores em diâmetro comparativamente aos adultos para atingirem níveis de precisão de 90%.

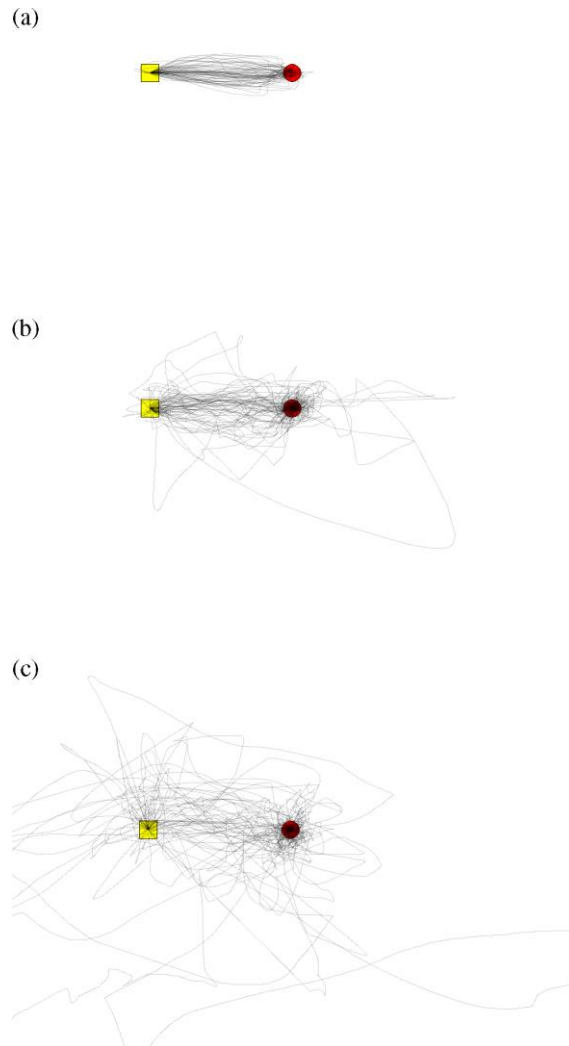


Figura 4 – Caminhos de arrasto de rato, tomados por participantes para clicar em alvos de 32 pixéis com 256 pixéis entre eles. (a) Caminhos dos participantes adultos. (b) Caminhos dos participantes de cinco anos. (c) Caminho dos participantes de 4 anos.

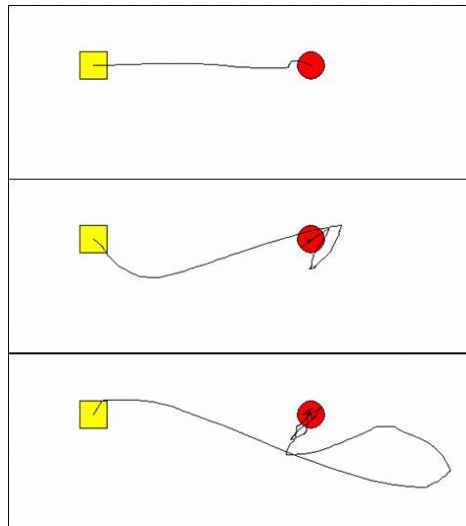


Figura 5 - Impressões do movimento do rato para um alvo de 32 pixéis distanciado 256 pixéis da origem, de três participantes. De cima para baixo, uma jovem de 21 anos, uma jovem de 5 anos e oito meses, e uma jovem de 4 anos e seis meses.

Uma experiência adicional descobriu que os erros de arrastar e largar de crianças dos cinco aos sete anos e de adultos, não estão relacionados com dificuldades em manter pressionado o botão do rato, mas sim em erros no início e fim da operação de arrasto e largar (Donker & Reitsma, 2007). Outro dado interessante retirado deste estudo, foi de que a distância não afetava o completar com sucesso da tarefa.

2.9.2. *Uso dos botões do rato*

Hourcade et al. estudaram o uso dos botões do rato por parte de crianças de 4 e 5 anos e de jovens adultos, a quem não foi indicado que botão usar (Hourcade, 2004).

O software que usaram respondia a ambos os botões do rato, esquerdo e direito. Enquanto que todos os adultos usaram o botão esquerdo em todas as tarefas, e quase todas as crianças de cinco anos também (10/13) usaram o botão esquerdo exclusivamente, a maioria das crianças de quatro anos usaram uma combinação de cliques de botão esquerdo e direito (Figura 6).

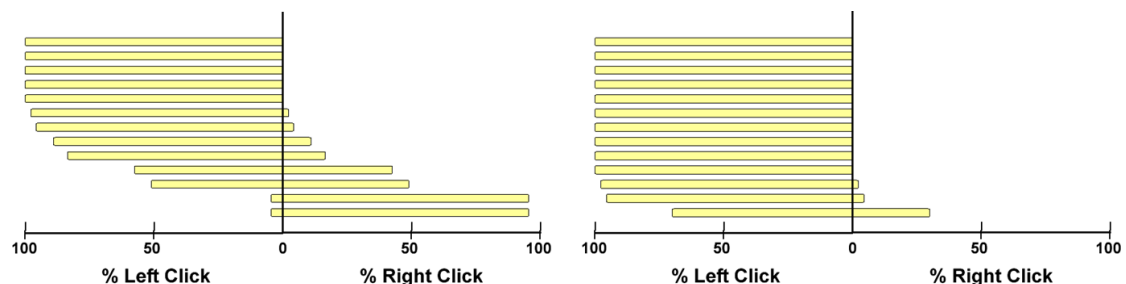


Figura 6 - Da esquerda para a direita, percentagem de cliques esquerdos e direitos por crianças de quatro e cinco anos. Cada barra representa um participante.

2.9.3. Estratégias de prevenção da frustração

Existem três principais estratégias, que podem ser usadas para prevenir frustração em crianças que não conseguem o que querem quando clicam:

- A primeira é providenciar a mesma função a todos os botões do rato. J. P. Hourcade usou-a com sucesso no desenvolvimento do software *KidPad* (Hourcade, Bederson, & Druin, 2004) (Figura 7).
- A segunda proposta é de providenciar funcionalidade apenas ao botão esquerdo do rato, removendo a funcionalidade dos outros botões. A vantagem desta proposta é que prepara melhor as crianças para aplicações onde diferentes botões têm diferentes funcionalidades. A desvantagem desta proposta é que as crianças podem ganhar frustração por carregarem nos botões e nada acontecer.
- A Terceira opção é as crianças usarem plataformas onde o rato oferece apenas um botão (e.g., Macintosh), o que evita os problemas descritos num todo.

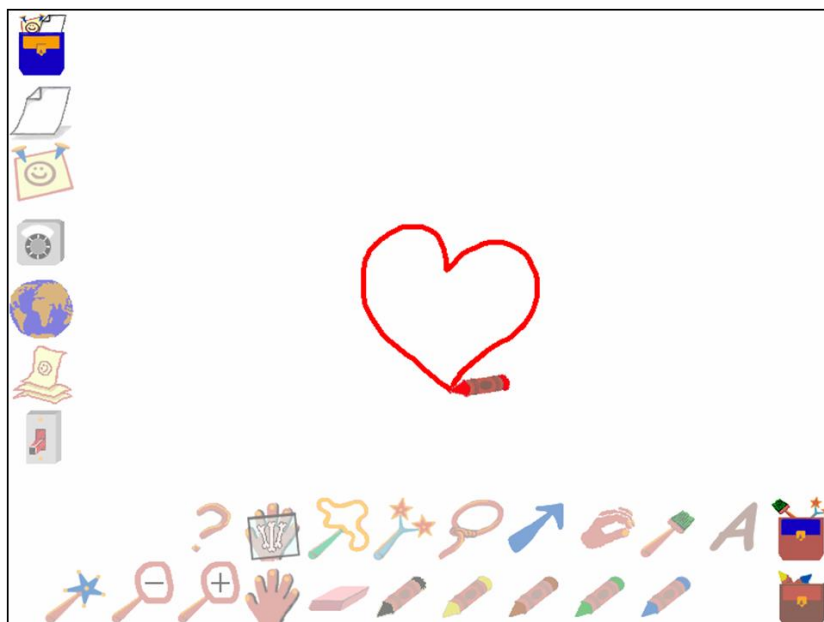


Figura 7 - Captura de ecrã do KidPad [31].

2.10. Avaliação

Markopoulos e Bekker (Markopoulos & Bekker, 2003) desenvolveram uma estrutura para avaliar métodos para testes de usabilidade com crianças. Estabeleceram três dimensões a considerar:

- os critérios de avaliação dos métodos,
- as características descritivas dos métodos,
- e as características das crianças avaliadas.

No que respeita aos critérios de avaliação dos métodos, mencionam:

- robustez,
- confiabilidade,
- validade,
- eficácia,
- e eficiência.

As características descritivas dos métodos são:

- número e agrupamento dos participantes,
- avaliador,
- contexto,
- procedimento,
- captura de dados,
- e tarefas.

Finalmente as crianças podem ser caracterizadas em termos de:

- verbalização,
- extroversão,
- género,
- concentração,
- capacidades de pensamento,
- confiabilidade de autoavaliação,
- conhecimento,
- e idade.

2.11. Desafios de pesquisas futuras

Ainda sobre a visão para pesquisas futuras o autor J. P. Hourcade acredita que existem três áreas que não foram ainda pesquisadas a fundo, que podem fornecer desafios para pesquisas futuras:

- o desenvolvimento de diretrizes empíricas,
- a demonstração do desenvolvimento de efeitos positivos da tecnologia,
- e o fornecer de capacidades informáticas a crianças de grupos provenientes de meios sócio económicos baixos e de grupos culturais sub-representados.

O trabalho nestes desafios irá amadurecer o campo da interação criança-máquina e ajudar um grupo mais amplo de crianças a colher os benefícios da informática.

2.12. Lei de Fitts

Por último antes de passar à revisão de algum do software existente é importante mencionar a lei de Fitts (Fitts, 1954), que afirma que:

- o tempo para atingir um alvo pode ser obtido em função da distância ao alvo sobre o tamanho do alvo.

Isto leva a que os designers desenhem os elementos facilmente seleccionáveis e os posicionem perto do alvo de intenção dos utilizadores. Esta lei aplica-se especialmente aos botões, que devem ser fáceis de localizar e seleccionar.

Ainda sobre o psicólogo Paul Fitts, este em 1954 ao examinar o sistema motor humano, utilizando diferentes dispositivos como: *“mouse, trackball, joystick, touchpad, helmet-mounted sight, and eye tracker”* (MacKenzie 1992) mostrou que:

- o tempo necessário para se deslocar para um alvo depende da distância até ele, e que se relaciona inversamente com seu tamanho.

Segundo esta lei:

- movimentos rápidos e alvos pequenos resultam em maiores taxas de erro, devido à alternância de precisão e de velocidade.

Embora existam várias variantes da lei de Fitts, todas abrangem a ideia base. Assim a lei de Fitts é amplamente aplicada no Design da Experiência do Utilizador e da Interface do Utilizador de inúmeros software até hoje («Applying Fitts’ Law To Mobile Interface Design» sem data). A lei de Fitts influenciou a forma de desenhar botões, tornando os botões interativos grandes (especialmente em dispositivos móveis operados por dedo) já que:

- os botões pequenos são mais difíceis de clicar e demoram mais tempo,
- e a distância entre a área de tarefas / atenção de um utilizador e o botão relacionado a tarefas deve ser o mais curto possível.

O artigo original de 1954 de Paul Morris Fitts (Fitts, 1954) propôs uma métrica para quantificar a dificuldade de uma tarefa de seleção de alvos. A métrica foi baseada numa analogia de informação, onde a distância ao centro do alvo (D) é como um sinal e a tolerância ou largura do alvo (W) é como um ruído. A métrica é o índice de dificuldade de Fitts (ID, em bits) («Fitts’s Law» 2019):

$$ID = \log_2 \left(\frac{2D}{W} \right)$$

Fitts também propôs um índice de desempenho (IP, em bits por segundo) como uma medida do desempenho humano. A métrica combina o índice de dificuldade de uma tarefa (ID) com o tempo médio de movimento (MT, em segundos) na seleção do alvo.

Nas palavras de Fitts, "A taxa média de informação gerada por uma série de movimentos é a informação média por movimento dividida pelo tempo do movimento" (Fitts, "The

information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement", 1954).

$$IP = \left(\frac{ID}{MT} \right)$$

Hoje, o IP é mais comumente chamado de *throughput* (TP) ou por taxa de transferência e também é comum incluir um ajuste para precisão no cálculo.

A pesquisa após Fitts iniciou a prática de construção de equações de regressão linear e examinaram a correlação (r) para o bom ajuste. A equação expressa a relação entre os parâmetros da tarefa MT e D e W:

$$MT = a + b \cdot ID = a + b \cdot \log_2 \left(\frac{2D}{W} \right)$$

Onde:

- MT é o tempo médio para completar o movimento.
- a e b são constantes que dependem da escolha do dispositivo de entrada e são geralmente determinadas empiricamente pela análise de regressão.
- ID é o índice de dificuldade.
- D é a distância do ponto inicial até o centro do alvo.
- W é a largura do alvo, medida ao longo do eixo de movimento. W também pode ser considerado como a tolerância de erro permitida na posição final, uma vez que o ponto final do movimento deve estar dentro de $\pm W/2$ do centro do alvo.

2.13. Análise de software existente

2.13.1. Gcompris

O *GCompris* é um software de entretenimento educacional para crianças de 2 a 10 anos. O *GCompris* foi originalmente escrito em C e Python usando o kit de ferramentas de widget GTK +, mas uma reconfiguração em C ++ e QML usando o kit de ferramentas do widget Qt está em vigor desde o início de 2014. Este software é livre e de código aberto sujeito aos requisitos da Licença Pública Geral GNU versão 3 e faz parte do projeto GNU («GCompris» 2019).

O nome GCompris é um trocadilho, na língua francesa é pronunciado “J'ai compris”, o mesmo que a frase "eu entendi", e está disponível para Linux, MacOS e Windows. As versões compiladas para o Microsoft Windows e Apple MacOS são distribuídas com um número restrito de atividades, mas é possível aceder a todas as atividades mediante pagamento. Em 2018 o *GCompris* (Figura 8) continha mais de 130 jogos/atividades, agrupados nos seguintes grupos:

- **Descoberta de computador:** teclado, rato, diferentes gestos do rato.
- **Numeração:** memoriza a tabela, enumeração, tabela de entrada dupla, imagens simétricas.
- **Ciência:** o bloqueio do canal, o ciclo da água, o submarino.
- **Geografia:** colocar o país no mapa.
- **Jogos:** xadrez, memória, 4 em linha, damas, jogo do galo, sudoku.
- **Leitura:** prática de leitura, escutar e ou identificar letras, e escrever letras.
- **Outros:** aprender a contar o tempo, Puzzles de pinturas famosas, desenho vetorial e animação 2D.

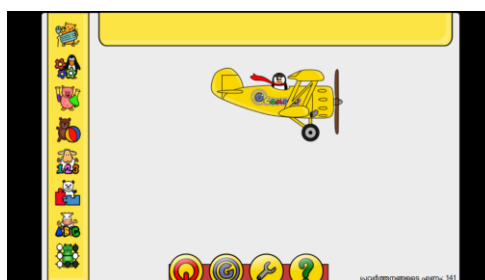


Figura 8 - Captura de ecrã do menu principal do Gcompris V15.02.

Na figura 9 podemos ver algumas das capturas de ecrã, de jogos realizados pelos alunos após os testes de aula. O *Gcompris*, foi introduzido em anos anteriores, daí que a escolha dos jogos seja feita pelos alunos. Segundo as observações de aula, não existe uma preferência de jogos que permita indicar os favoritos, mas os jogos “Atira a bola”, “labirinto 3D” e “encontra o

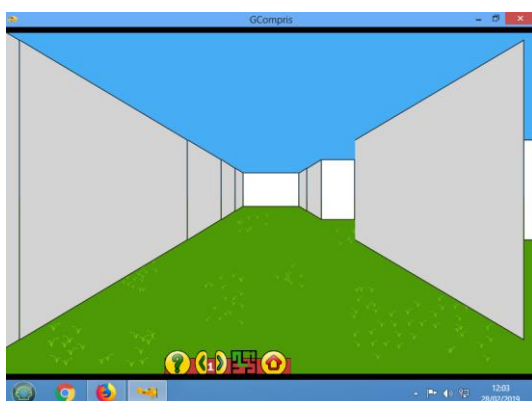
morango” estão entre os mais jogados. Em modo de conclusão, posso afirmar que o *Gcompris*, é uma ferramenta fundamental e de interesse significativo no desenvolvimento de motricidade fina para a aprendizagem de uso de rato e teclado, na pré-primária e 1º Ciclo.



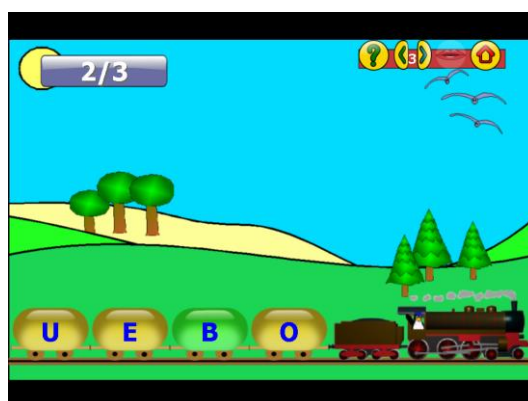
(a)



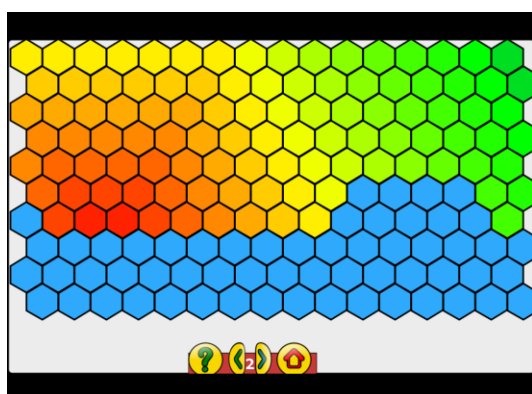
(b)



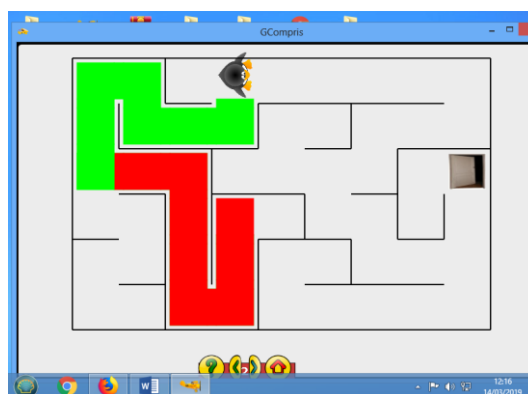
(c)



(d)



(e1)



(e2)

Figura 9 - Capturas de ecrã *Gcompris*: a) Submenu, b) Jogo de atira a bola, com uso de ambas as teclas *Shift* em simultâneo, c) Jogo Labirinto 3D, de uso de cursores para se moverem no labirinto, d) Jogo das letras, e1) Jogo de uso do rato, “encontra o morango”,

2.13.2. A CORUJA BOO

A CORUJA BOO (Figura 10) é uma plataforma de jogos educativos multilingue, que oferece jogos de uso do teclado, jogos de uso do rato através da movimentação do mesmo e jogos de uso do rato com clique e clique e arrasto sobre personagens que despoletam animações ricas em cores e sons. Desta forma a plataforma pode ser usada para dois níveis de aprendizagem: aprender os nomes dos animais e os sons de cada um deles. Podem ainda despoletar animações com o recurso a rato e teclado. Assim as crianças são guiadas na aprendizagem do uso do computador de forma responsável e fácil.

O site oferece ainda links para o descarregamento da aplicação para *Android* e *IOS*, link para o site *colorir-online*, tal como o link para o canal de *Youtube* onde se podem visionar vários vídeos sobre os animais da selva e os animais da quinta.

Esta plataforma, tal como as que se seguem, peca pelo uso de publicidade, mas que pode ser desabilitada através do registo e login no site. Permite ainda jogar os jogos em modo de ecrã inteiro e assim oferece a possibilidade de as crianças interagirem com uma navegação segura, mas a habilitação do menu de contexto do browser acionado pelo botão direito do rato é uma desvantagem para os mais novos. Os alunos ao clicarem no botão direito abrem o menu de contexto, abrem o inspetor de páginas e ficam sem saber o que fazer perante textos e caixas de diálogo. Após alguns testes, nem todos os jogos são funcionais, ou pelo menos nem todos são fáceis de interagir no início, mesmo para utilizadores experientes, este fator agrava-se no uso por crianças, muito por faltarem algumas instruções nalguns dos jogos apresentados no site, mas sem dúvida é uma aplicação de eleição para o grupo das crianças dos 4 aos 5 anos («A CORUJA BOO - Jogos educativos para bebês e crianças» sem data).

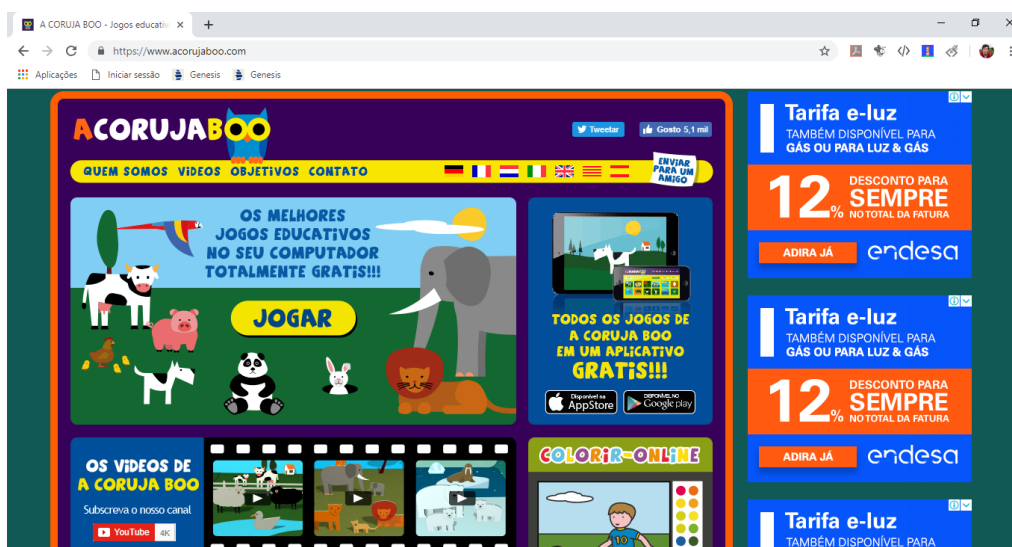


Figura 10 - Captura de Ecrã do site Coruja Boo

2.13.3. Desenhos pra Colorir e COLORIR-ONLINE

O site “*Desenhos para Colorir*” («Desenhos para Colorir» sem data) oferece, tal como o nome diz, inúmeros desenhos para colorir em PDF, que podem ser descarregados e impressos. Pode não parecer óbvio a inclusão desta plataforma de desenhos na análise de software existente, mas aqui que encontrei desenhos apelativos que as crianças conhecem como as Princesas (Figura 11 a)), desenho posteriormente incluído na aplicação desenha app, descrita mais adiante neste trabalho. A inclusão destes temas lúdicos e didáticos é uma referência importante para quem procura conteúdos apelativos com os quais as crianças possam criar laços de atenção e com eles ser possível mantê-las motivadas nas tarefas de aprendizagem da informática.

No site *colorir-online* são oferecidas um sem número de ilustrações passíveis de ser coloridas online através de uma paleta de cores clicável, onde selecionam cor e que depois pintam diversas regiões dos desenhos disponíveis, que posteriormente podem ser impressos («COLORIR-ONLINE. Jogos para colorir online e desenhos para imprimir e colorir» sem data).

Este site oferece as seguintes categorias de desenhos: princesas, dinossauros, ofícios, desportos, monstros, meios de transportes, sereias, piratas, castelos, animais, bandeiras e bichinhos. Oferecem ainda o link para descarregarem a aplicação para *Android* e *IOS*, esta aplicação pertence ao mesmo grupo de “A CORUJA BOO”.

Alguns dos problemas encontrados neste site foram a inclusão de anúncios (Figura 11 b)) que distraem as crianças no uso do computador, e um outro defeito da aplicação para crianças de 4 e 5 anos, foi o facto de alguns desenhos apresentarem regiões muito pequenas, cuja precisão dos inexperientes utilizadores não permite colorir.

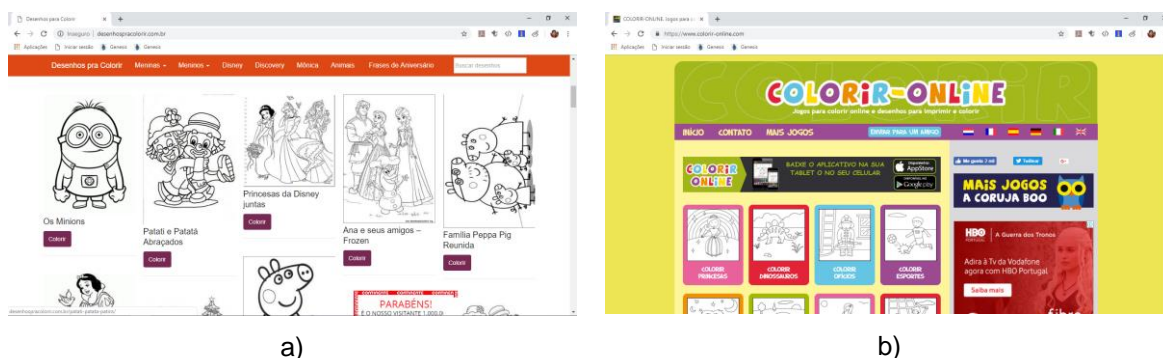


Figura 11 a) Captura de Ecrã do site Desenhos para Colorir, b)
Captura de Ecrã do site Colorir-Online

2.13.4. Hypatiamat – CALCRAPID

O último dos softwares apresentados é o CALCRAPID («CalcRapid - Divisão exata - APPs - Hypatiamat» sem data), jogo do projeto Hypatiamat (Figura 12) do Ministério da Educação («Hypatiamat» sem data), que engloba jogos matemáticos do 1ºCiclo ao 9ºAno.



Figura 12 - Menu de jogos Hypatiamat

O CALCRAPID (Figura 13) possibilita realizar as operações matemáticas elementares ao longo de quatro níveis de dificuldade, sendo por isso direcionado ao 1º Ciclo. Este jogo é geralmente recomendado pelos professores de ensino primário, e serviu de inspiração para o jogo “somat” apresentado mais à frente neste projeto.



Figura 13 - Jogo Matemático CALCRAPID

2.14. Síntese do software existente

Jogos/interações	Mover	Clique	Arrasto	Teclado
Gcompris	x	x	x	x
Atira a Bola				x
Labirinto 3D				x
Labirinto 2D				x
Jogo das Letras				x
Encontra o morango	x	x		
Hypatiamat	x	x		
CalcRapid	x	x		
Colorir Online	x	x		
A Coruja Boo	x	x	x	x
Jogos de teclado				x
Jogos de mover o rato	x			
Jogos de clicar o rato		x		
Jogos de Arrasto			x	

Tabela 2 - Síntese dos jogos existentes em sala de aula

Na tabela dois, resumo os jogos anteriormente explanados, em que se destaca o Gcompris como o conjunto de jogos mais completo e o Coruja Boo igualmente completo no número de interações oferecidas.

2.15. Conclusão

Esta revisão de literatura e software poderá no futuro ser estendida para o domínio do design de interação no campo da usabilidade, de forma a recolher ainda mais dados sobre a IPM das crianças no domínio da aprendizagem, noutros projetos de estudo e formação.

Mas num todo a revisão recolhida é consistente em muitas das vertentes a desenvolver e a ter em conta aquando da criação de conteúdos e desenvolvimento de aulas e testes de interação. Se já tivermos a simbologia escolhida, a resolução de problemas pensada e se tivermos o papel da memória presente tal como o das capacidades motoras finas e de linguagem, podemos pensar nas capacidades cognitivas a desenvolver na experiência de aula. A partir daí podemos escolher: metodologias de Design Visual a desenvolver, ícones, texto e complexidade visual a utilizar, segundo dispositivo apontador, idade e complexidade de uso, não descurando as estratégias de prevenção de frustração.

Já o software apresentado é de uso livre, mas mesmo com todas as valências apresentadas, ainda existem lacunas de configuração do software que podem ser preenchidas

através da programação de novo software com recurso a código fonte aberto como JavaScript.

Assim sendo conclui-se que o *Gcompris*, é uma ferramenta de grande utilidade em sala, e os mais de 130 jogos são uma solução para tempos livres e para planos de aprendizagem específicos. O *Gcompris* pode ser usado para treinar uso de rato e teclado associado à aprendizagem de escrita, leitura, numeração e matemática. Num todo o *Gcompris* pode ser usado durante todo o ano letivo como ferramenta base de aprendizagem, mas acaba por ser um software complementar aos temas específicos do currículo escolar que motivaram o desenvolvimento de software dedicado.

O software *Coruja Boo* é igualmente complementar ao currículo, e serve como introdução ao uso do rato no início de formação em informática com crianças. Por último, *Colorir-Online*, é uma ferramenta onde apenas colorimos desenhos e não os desenhamos, mas pode funcionar como complemento a ferramentas de desenho livre como o *MS-Paint* ou outros softwares de desenho bitmap. Ainda sobre o desenho temos a transição do desenho digital para o desenho em papel, possibilitada pelo site desenhos pra colorir que disponibiliza os desenhos comerciais de figuras de animação para serem impressos e coloridos.

O propósito deste estudo é também encontrar e desenvolver ferramentas livres, que em conjunto com as ferramentas apresentadas, funcionem como complemento de ensino personalizável. É importante ter muitos recursos disponíveis, mas também é necessário poder medir o uso desses recursos, mas nenhum dos softwares apresentados o permite à exceção de poder gravar a imagem de ecrã em PDF ou fazer *print screen*.

Face a este problema, com recurso a JavaScript, criei e adaptei métodos que medissem a interação dos alunos, com o rato no computador, como medir e salvar o tempo de arrasto, a velocidade de clique e duplo clique, a contagem de cliques e tempo total de uso, permitindo a extração dos dados em ficheiro de texto, para posterior análise e avaliação.

Capítulo 3

Estudo comparativo do uso do rato aos 4 e 5 anos

3.1. Introdução

Para o efeito do estudo de interação criança-máquina com recurso ao rato, foram desenvolvidas diversas aplicações web, com recurso a código shareware e em parceria na depuração de código com o Eng^o. André Antunes, as quais passarei a apresentar pela mesma ordem em que foram apresentadas ao grupo de crianças que as testou neste projeto:

:

- **Coelho:** O primeiro teste criado de arrasto e largar objetos, onde se usou a analogia da alimentação de um coelho com cenouras, em que se arrastam cenouras para o coelho e se clica na caixa de cenouras para gerar mais cenouras e assim poder continuar a “alimentar” o “coelho”.
- **Toupeiras:** Este jogo usou o duplo clique em objetos, através da analogia de toupeiras clicáveis que desaparecem com duplo clique, e de uma raposa clicável que repõe as toupeiras na posição original depois de simular que se vai embora.
- **Toupeiras 2 e 3:** Foram criadas duas variantes do jogo de toupeiras que variam na velocidade e aleatoriedade com que aparecem as “toupeiras”.
- **Flores e Natal:** Este jogo incidiu sobre o movimento do rato, onde usei a analogia de flores numa versão e de flocos de neve noutra. Nestes jogos a criança deve passar com o cursor do rato sobre as imagens para as fazer desvanecer.
- **Desenho:** Outro conjunto de jogos criados foram os de desenho, tendo sido criadas três aplicações web, a primeira para desenho livre, a segunda de desenho de figuras geométricas e a última para colorir imagens predefinidas.
- **Alfabeto, Números e Palavras:** A fase seguinte de jogos já envolve o uso do teclado, para escrita do alfabeto e números e escrita de palavras em Português e Inglês.
- **Somas:** Esta foi a última fase a ser testada e consiste em reconhecer somas de números até dez como certas ou erradas.

Todas as aplicações web foram criadas com recurso a bibliotecas de uso livre de JavaScript, que foram adaptadas para o propósito deste estudo, e incorporadas em HTML com formatação CSS, foram ainda criados gráficos para o efeito dos jogos, na sua maioria ilustrações vetoriais.

3.2. Tipos de Interação

3.2.1. Clique esquerdo e direito

Na medida de simplificação da interação com a interface de utilizador, o *Context menu* ativado pelo botão direito do rato foi desabilitado, de forma a não abrir o menu de contexto predefinido para o browser Firefox ou outro browser. Assim a Interação principal dos jogos ocorre através do clique esquerdo seguindo as guias mencionadas anteriormente em estratégias de prevenção da frustração [Capítulo 2, subsecção 2.9.3].

3.2.2. Duplo Clique

O duplo clique, como o nome indica são dois cliques seguidos, cujo tempo entre eles pode ser medido, e varia continuamente no jogo “toupeiras” onde foram configurados para ter um intervalo de máximo de 0.8 segundos entre eles, de forma a serem contabilizados como uma só interação. Assim os cliques realizados com espaçamento superior a 0.8 s foram considerados como dois cliques separados. O intervalo adotado de 0.8 s é um valor aumentado em 0.3 s relativo ao standard MS de 0.5 s, para compensar a lentidão de reflexo dos alunos de 4 e 5 anos que ainda não têm destreza no indicador para realizar o duplo clique standard.

3.2.3. Arrastar e largar

A função de arrasto e largar, foi usada no jogo “coelho” fazendo recurso ao *html5-drag*, onde se arrasta “cenouras” para um “coelho” estático, onde as “cenouras” são configuradas como objeto *draggable* e o “coelho” como o objeto *Drop* onde se largam as “cenouras, libertando o botão esquerdo.

3.2.4. Desenho

Os jogos de desenho foram realizados com recurso ao *HTML Canvas* e à função *draw*. Inicialmente foi criada uma aplicação simples que foi evoluindo sessão após sessão, tendo começado por desenho livre de pixéis a preto, passando para a escolha de cores, de espessura de linha, função apagar, carregamento de imagens para colorir e de novo desenho em branco.

Posteriormente foram criadas duas aplicações, uma para o desenho de círculos, elipses, quadrados e retângulos, e outra aplicação para colorir desenhos para crianças com recurso ao balde de tinta, pincel, *crayon*, apagar, e espessuras de linha.

Em todas as aplicações a interação passa por seleção de opções, com clique esquerdo, clique contínuo e arrasto para desenhar, e largar de clique para interrupção da função.

3.3. Interação com rato e teclado.

3.3.1. Descrição da experiência

O uso do teclado é bastante limitado pelo facto de as crianças apresentarem limitações na escrita e leitura. Assim, ao longo do ano letivo, o teclado foi usado pelo professor e educadores para inserir o nome de aluno no exercício para gravar. Os alunos inicialmente apenas aprenderam a usar o F5 para refrescar a página no sentido de voltarem a ter uma tela em branco após desenharem e do professor gravar. Só posteriormente, no fim do segundo período, é que as crianças começaram a copiar letras, números e palavras. Fazendo do rato, o principal meio de interação por ter sido usado no decurso de toda a formação.

Foi realizado um conjunto de testes ao longo de três períodos letivos, com um grupo de 7 a 11 crianças de ambos os géneros, variando o número de alunos por sessão e com idades entre 4 e 5 anos, com a presença de um professor e de uma educadora em sessões de 30 minutos, numa sala disposta em U com 7 *workstations* e um servidor Windows. Os testes criados tiveram por norma uma duração entre 10 e 30 minutos, sendo o tempo restante usado em jogos lúdico-didáticos adaptados à idade adaptados ao nível de aprendizagem de cada aluno no *Gcompris*. Durante as sessões professor e educadora dividiram-se pelas tarefas de auxílio, explicação e gravação de dados e registos de tabelas. Os alunos durante as sessões puderam interagir livremente com as aplicações, donde se percebeu uma satisfação geral.

3.3.2. O que fazer

Neste trabalho predispus-me a criar uma série de aplicações web com o objetivo de registar as interações dos alunos com o computador através do uso do rato e teclado. Para assim registar, extrair e analisar as sessões realizadas e avaliar a evolução dos alunos.

3.3.3. O que medir

Nas aplicações pudemos medir:

- o número de pixéis de deslocação do rato,
- a velocidade de arrasto,
- a velocidade de clique e duplo clique,
- os padrões e tipo de desenho criados,
- a contagem de letras digitadas,
- a contagem de cliques realizados.

3.3.4. Quais os objetivos

Os objetivos da experiência passam por reduzir o tempo de interação dos alunos, de forma a serem mais rápidos e eficientes, mas também por introduzir experiências que potencializem a aquisição de novas competências como o uso de botões de navegação ou de arranque de jogos em ambiente de trabalho do browser e do Windows.

3.3.5. Caracterizar a experiência

A experiência é caracterizada por:

- uso de jogos lúdico didáticos que permitam uma evolução do aluno no uso do computador.
- O tempo de sessão varia entre 20 a 30 minutos,

sendo as sessões caracterizadas por:

- experimentação de novas aplicações,
- repetição de experiências e sessões de avaliação.

Por fim foi realizado:

- o tratamento de dados por sessão,
- e feita a análise de dados
- e avaliações por período.

Desta forma foram revistas:

- as aplicações criadas para serem aplicadas no presente estudo de interação criança-máquina,
- e os tipos de interação com rato e teclado e a descrição da experiência e suas características.

3.4. Software e implementação

3.4.1. Menu de jogos

O objetivo do desenvolvimento de software dedicado para a experiência relatada neste trabalho foi o de materializar e testar os movimentos base no uso do rato já descritos. Para este efeito foram desenvolvidas as diversas aplicações que apresentei, que foram agregadas no menu inicial de acesso à aplicação *Menu de jogos*, este menu foi desenvolvido recorrendo a um pacote de soluções em *HTML*, *CSS*, *JavaScript*, *jQuery*. No topo inclui as aplicações externas adaptadas via *iframe*, seguindo-se as restantes aplicações desenvolvidas.

Entre as aplicações testadas estão as toupeiras 3, jogo de posições aleatórias de objetos passíveis de duplo clique; mas também três jogos de encontra os pares, com vogais e

ditongos, dois jogos de escrita, um em Inglês e outro em Português, e por último os jogos de “somas”. Estes jogos foram disponibilizados aos alunos via web («Menu Jogos» sem data).

Esta página de menu inicial (Figura 14), prima por ter ícones 100x100px e por oferecer cores personalizadas e vivas, que facilitam a escolha por utilizadores que ainda não sabem ler e que apenas sabem contar até 10, como é o caso do grupo teste relatado, daí que também não se tenham usado títulos mas sim ilustrações iguais às usadas nos jogos a que os ícones apontam. Assim sendo nos testes realizados foi indicado às crianças que clicassem na neve, na flor, no coelho, na toupeira um, no ícone verde, no vermelho e no amarelo, facilitando assim o acesso aos jogos. Num todo o menu foi bem recebido pelas crianças e ao fim de algumas aulas já era usado de forma autónoma, no que respeita à escolha do jogo pelos alunos.

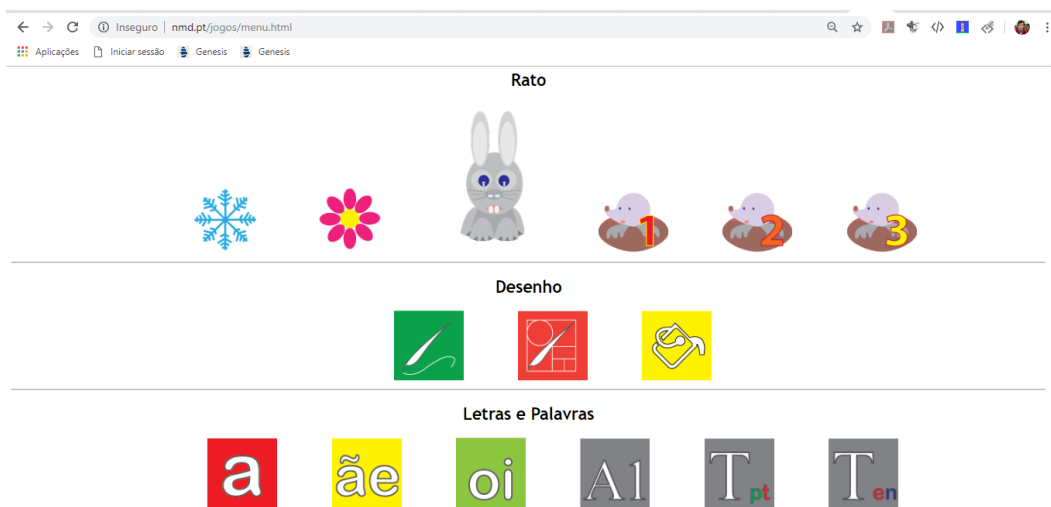


Figura 14 - Menu de Jogos

3.4.2. Coruja boo

O aplicativo web “a coruja boo” foi incluído inicialmente no processo de estudo por oferecer um conjunto de jogos lúdico didáticos de uso do rato com grafismo apelativo para as crianças. Foi deveras importante usar esta aplicação pelo facto desta oferecer jogos de clique, clique e arrasto, e de movimento de rato sobre imagens, que devolvem animação rica em cores e conteúdo.

Mas a aplicação original oferecia dois problemas:

- o primeiro era a apresentação de publicidade que mostrava jogos como *Fortnite*, que apelam à violência, e que se mostraram logo à partida como um elemento distrativo.
- O segundo problema encontrado foi o facto de o botão direito do rato ativar o menu de contexto do browser e muitas vezes levar ao inspetor do browser, o que tornou estes elementos impeditivos do uso normal.

Desta forma a solução foi a de criar um ficheiro HTML que inclísse uma iframe que importasse o aplicativo para a nossa página sem anúncios que disturbem a ICM.

As medidas para contornar a publicidade em ambiente teste foram:

- criar barras laterais com os menus de jogos divididos em “mexer o rato” e “fazer clique” e um botão de retorno ao menu principal (Figura 15),
- incluir *divs* transparentes para cobrir e desabilitar os links externos a que a aplicação nos transporta.
- E desabilitar o menu de contexto ativado pelo botão direito, o que se mostrou simples de efetuar.
- Por razões óbvias de direitos de autor, foram mantidos os logos da empresa criadora.

É importante reter que esta versão da aplicação não foi comercializada e foi usada em ambiente de sala de aula com o propósito de ambientar os alunos ao uso do rato.

Parte da importância do uso da aplicação *a coruja boo* é atribuída à riqueza das ilustrações que nos mostram animais, e sendo este um dos temas prediletos das crianças, é extremamente motivador para elas usar este tipo de aplicações com as quais se podem relacionar, tal como acontece com aplicações para utilizadores mais velhos, que preferem interagir com temáticas adaptadas à idade.



Figura 15 - Captura de ecrã do jogo Boo

3.4.3. Profissões

Esta é a segunda aplicação *Profs* importada por *iframe* do grupo *a coruja boo* de nome *colorir-online* (Figura 16), onde foram adicionados botões de menu e a possibilidade de guardar. Este trabalho remete para a aprendizagem das profissões e foi pedido pelas educadoras por este tema fazer parte do currículo dos alunos. Outra razão para ser incluído foi pela facilidade de pintar, com exceção de objetos muito pequenos que são difíceis de apontar, como é exemplo o desenho da médica. Os restantes desenhos foram executados com alguma facilidade pelas crianças, levando à aquisição da competência de uso do balde de tinta.

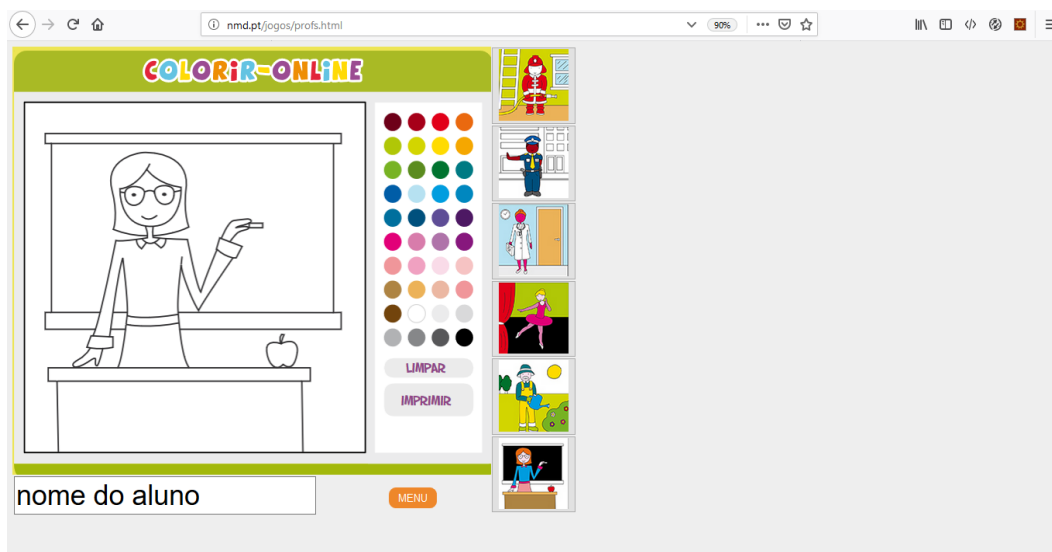


Figura 16 - Jogo Profs do Desenhos para Colorir

3.4.4. Flores, Natal e dia de Reis

Estas aplicações desenvolvidas com recurso ao fórum Stack Overflow («jquery - random position of divs in javascript» sem data), foram usadas diversas vezes como exercício de aquecimento, antes de usar outras aplicações nos testes realizados. Foi usada com motivos natalícios e de dia de reis (Figura 17), mas também foi usada num contexto mais ligeiro utilizando flores (Figura 18). A diferença entre os dois passava pelo limite de objetos que eram colocados em palco. Foi criado um limite de 300 para os flocos de neve e de 100 para as flores, com o objetivo de criar habituação na aprendizagem do rato com o uso da aplicação.

A aplicação é simples de usar e o objetivo é passar o rato por cima dos objetos para que desapareçam. Depois criamos as funções de *reset*, *total* e o guardar ficheiro, de forma a salvar os resultados, e ainda as funções de contagem de objetos que desaparecem e do número de pixéis percorridos. Ainda sobre os resultados estes foram muito semelhantes de aluno para aluno no que toca a pixéis percorridos e de objetos selecionados já que havia um limite pré-estabelecido de objetos a selecionar, e não havia tempo limite para a tarefa.

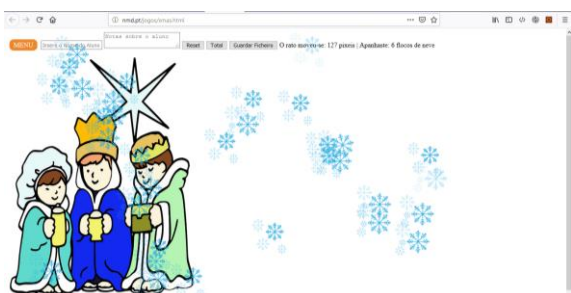


Figura 17 - Jogo Flocos de neve

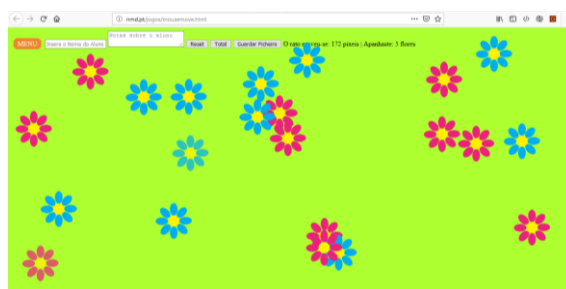


Figura 18 - Jogo as Flores

3.4.5. Coelho

Este foi o primeiro jogo em que todo o grafismo foi desenvolvido de raiz (Figura 19) com recurso a exemplos na web na w3School («Tryit Editor v3.6» sem data) e do Stack Overflow («jquery - In Javascript, how to create an accurate timer with milliseconds?» sem data), e sobre o qual recaíram as maiores expectativas de obtenção de dados conclusivos sobre evolução de capacidades na análise de competências criança máquina, já que este jogo permite medir o tempo de arrasto de objetos entre posição inicial e final, tal como concluir quantos objetos foram largados no alvo com sucesso e permite ainda salvar os resultados num ficheiro de texto.

Para o efeito foi desenhada uma cenoura como objeto arrastável, um coelho como alvo e uma caixa clicável para carregar mais cenouras na interface, isto para simular a metáfora da alimentação de um coelho. Este teste teve uma recetividade positiva, muito pela ilustração do coelho, mas devido ao facto de ser repetitivo e pouco dinâmico não está entre as preferências das crianças.



Figura 19 - Jogo o Coelho

3.4.6. Toupeiras

O jogo “as toupeiras”, (Figura 20) foi desenvolvido com recurso a pesquisa sobre temas como o *microtime* em JavaScript («PHP’s Microtime in JavaScript» sem data) com o intuito de medir o tempo de execução do duplo clique. Para o efeito foi imaginada uma interface com uma metáfora simples, toupeiras que se escondem de uma raposa.

Assim o utilizador deve fazer duplo clique sobre as toupeiras para que estas desapareçam e clique na raposa para que estas reapareçam. Esta aplicação mede o número de cliques e duplo cliques, distinguindo os dois segundo o tempo de execução maior, ou menor ou igual a 0.8 s para posteriormente gravarmos os dados finais num ficheiro de texto.

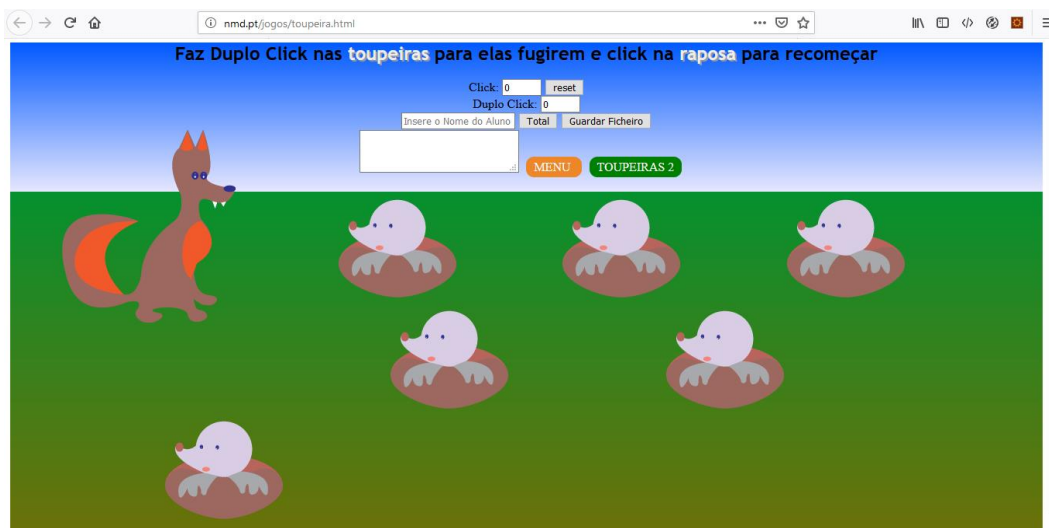


Figura 20 - Jogo as *Toupeiras 1*

Foi criada uma segunda versão deste jogo (Figura 21), em que as toupeiras têm posições irregulares e aparecem e desaparecem alternadamente segundo uma animação pré-definida, aumentando assim a dificuldade do jogo.

Esta versão tal como uma versão seguinte em que animação de desaparecimento das “toupeiras” era mais rápida, não se mostrou apropriada para as idades dos 4 e 5 anos, por tornar a interface numa “árvore de natal” de toupeiras a piscar em fundo verde.

Contudo funciona ao ser testada com crianças do 2º Ano onde a dificuldade causada pela velocidade ajuda a cativar o interesse, por alguns alunos foram conseguidos mais de 1000 cliques por sessão e opiniões como “as toupeiras são viciantes”.

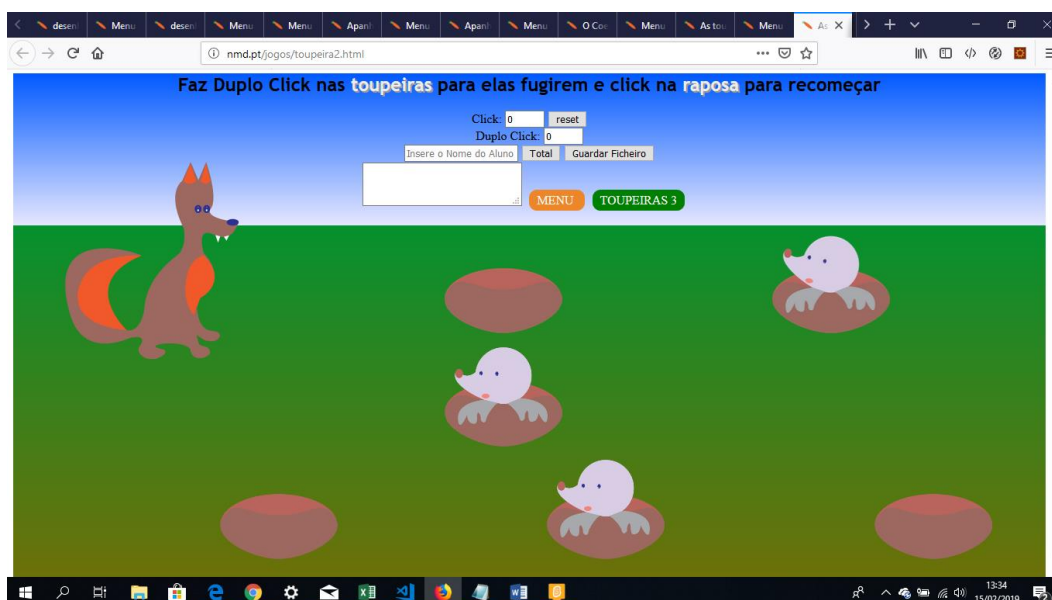


Figura 21 - Jogo as *Toupeiras 2*

3.4.7. *Desenha*

Foi necessário criar uma aplicação de desenho em parceria com o Eng.º André Antunes, o *Desenha* (Figura 22), para completar o estudo da aquisição de competências informáticas, tendo sido esta aplicação a que sofreu maior número de iterações no seu desenvolvimento.

Esta Web App inicialmente apenas desenhava uma linha preta com um pixel de espessura, depois adicionaram-se botões para mudar a cor de fundo que já não estão incluídos na versão final. Seguidamente criaram-se botões para alterar as cores de linha, a função apagar, as funções de espessura de linha e, por último adicionei desenhos predefinidos para colorir. Numa fase seguinte será possível adicionar a função balde de tinta. Além destas funções existem ainda as funções gravar e contar de pixéis percorridos.

O *Desenha* mostrou-se mais apropriado para as crianças de 5 anos do que para as de 4, pois nas sessões realizadas as de 4 anos apenas conseguiam fazer desenhos compostos por riscos e as de 5 anos já conseguiam fazer desenhos a partir de modelos em folhas, compostos por formas reconhecíveis como uma casa, um cão, pessoas, um carro ou o sol (Figura 23).

O envolvimento dos alunos no processo de teste desta aplicação foi essencial, pois eles mostraram através do uso, quais eram as funções essenciais e quais as a eliminar. Os testes foram realizados com muito poucas instruções para os alunos, pois o objetivo não era forçá-los a usar funções específicas, mas sim descobrir quais eram as mais intuitivas de usar através da memória de cores, números e letras, ainda que os números e letras tenham servido mais para o uso e explicação por parte dos instrutores que por parte dos alunos. Num todo os resultados conseguidos com o envolvimento dos alunos no processo de design foram muito satisfatórios, conseguindo-se obter conclusões através de análise visual do uso, de botões e cores mais usadas, formas e desenhos mais copiados, tempos de uso mais comuns (não superiores a 5 minutos) e frustrações resultantes do uso levando ao pedido para sair da Web App, como o caso dos alunos que não sabiam desenhar e apenas riscaram de forma abstrata o ecrã.

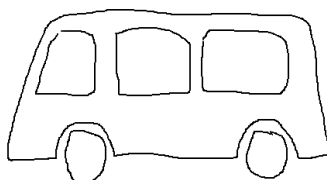


Figura 22 - Desenho na Aplicação *Desenha*

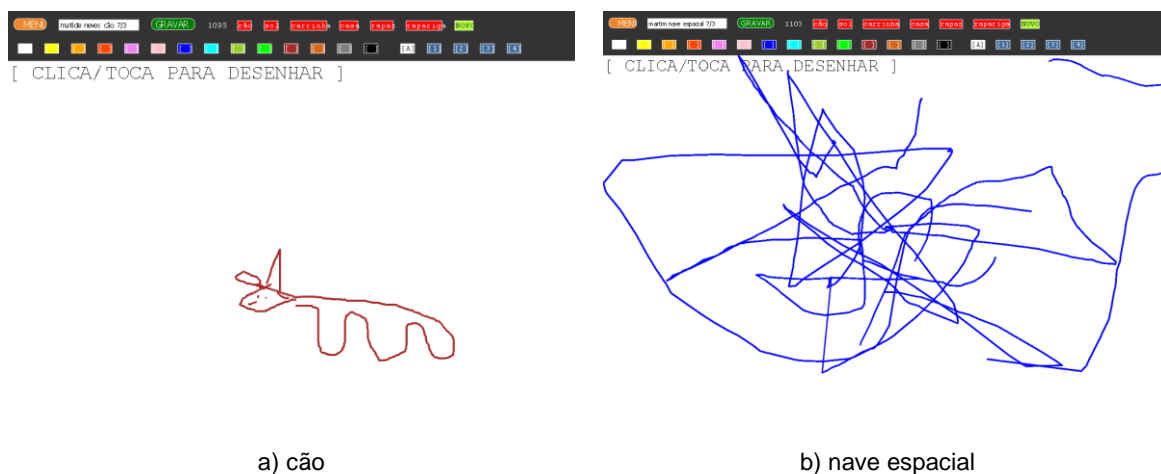


Figura 23 - Desenhos realizados no *Desenha* a) aluno de 5 anos b) aluno de 4 anos

3.4.8. *Desenha 3*

Esta aplicação, o *Desenha3* (Figura 24), foi desenvolvida a pedido das educadoras como ferramenta de apoio para ensinar as formas geométricas. Cria unicamente elipses, círculos, retângulos e quadrados, preenchidos por cor ou delimitados por uma linha, verdes ou vermelhos.

Na maioria dos testes realizados pelos alunos, estes criaram elipses e retângulos preenchidos por cor (Figura 25). Mas ainda assim houve uma diferença entre os alunos de 4 e os de 5 anos, aquando fornecida a forma pretendida a desenhar, os alunos de 4 anos criaram formas aleatórias enquanto que os de 5 conseguiram cumprir com o desenho pedido. Tal como havia acontecido no *Desenha*.

A implementação deste projeto foi feita através do uso de HTML, CSS, JavaScript a partir de um projeto shareware no *JSFiddle* («Edit fiddle - JSFiddle» sem data) postado no *StackOverflow* («javascript - Drawing a rectangle using click, mouse move, and click» sem data), em que as formas desenhadas são *div*'s, ora com, ora sem *border-radius* para os círculos e retângulos, com cores pré-definidas. Foi ainda adicionada a função gravar que é uma captura de ecrã do canvas com recurso ao *html2canvas*(«html2canvas - Screenshots with JavaScript» sem data). Deste modo esta aplicação cumpre o propósito de ensinar as crianças o princípio de desenho de uma figura geométrica no computador, estabelecendo um ponto inicial com clique e um ponto final com outro clique, e consegue-se definir uma forma geométrica.



Figura 24 - Aplicação de *Desenho 3*

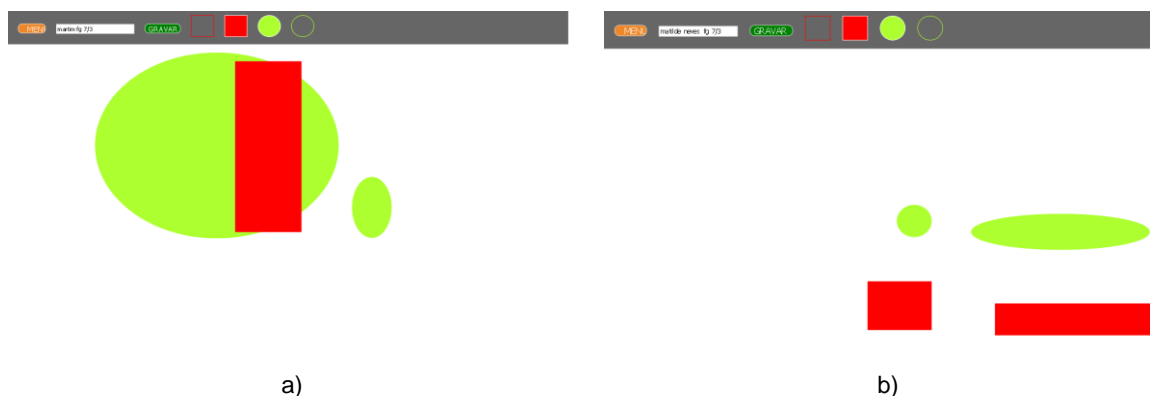


Figura 25 - Formas geométricas criadas pelos alunos a) 4 anos b) 5 anos

3.4.9. *Desenha_app*

Esta última aplicação a *Desenha_app* (Figura 26), foi criada como uma simbiose de diferentes fontes. Os desenhos foram extraídos do site “desenhos para colorir” e o código foi criado por William Malone (Malone sem data). A esta aplicação alterei as legendas para português, adicionei o menu desenhos e a função gravar. Esta maquete teve um bom *feedback* por parte das crianças por incluir os personagens que conhecem com *Gato Noir* ou o *Peppa Pig*, mas a interface é algo complexa de explorar pelos utilizadores de 4 e 5 anos por incluir nomes, mas vejamos outras razões. Nos testes realizados foi-lhes pedido que usassem a função balde de tinta, cujo ícone é explícito, mas tive que dizer que deviam também seleccionar a cor. Estes tipos de ações compostas mostraram-se difíceis de aprender, porque na minha opinião falta *feedback* visual entre ações.

Se seleccionam balde de tinta (este deve mudar de cor), se seleccionam cor, esta deve adquirir contorno, e talvez desta maneira consigamos ensinar mais facilmente a usar esta aplicação. Aliás este problema também se encontra em aplicações como MS PAINT, que igualmente não devolve *feedback* visual na selecção de funções.

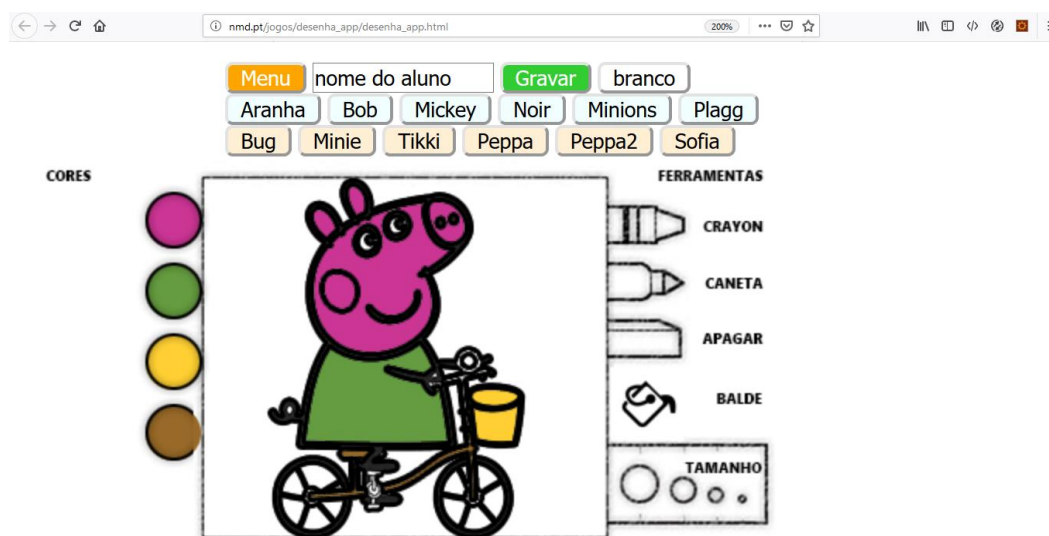


Figura 26 - Aplicação de *Desenha_app*

3.4.10. Vogais, ditongos e palavras

A aprendizagem do alfabeto e da escrita, são parte da aprendizagem do pré-primário, por isto, foram criados 5 jogos que referem ao alfabeto. O primeiro jogo referencia as vogais e é um jogo clássico de “encontra os pares” de vogais («JQuery Picture Memory Game» sem data) (Figura 27). O jogo conta os cliques, o tempo total e anota o tempo entre cliques, possibilitando guardar todos os dados num ficheiro de texto. Seguindo o modelo do jogo “encontra as vogais”, foi criado o jogo “ditongos 1” e “ditongos 2” de forma a aumentar a dificuldade e também para introduzir novas conjugações de letras aos alunos. Os resultados destes jogos serão discutidos mais adiante.

Por último foram adaptados textos a dois jogos de escrita de palavras em Inglês e Português («Typing game - plain JS» sem data) (Figura 28) cujo único objetivo é o de levar os alunos a procurarem as letras no teclado, e assim aprenderem-nas. Para isso acontecer aos alunos, em 5 minutos são apresentados um conjunto de palavras que devem escrever. Estes jogos já representam uma transição para o 1º Ciclo.

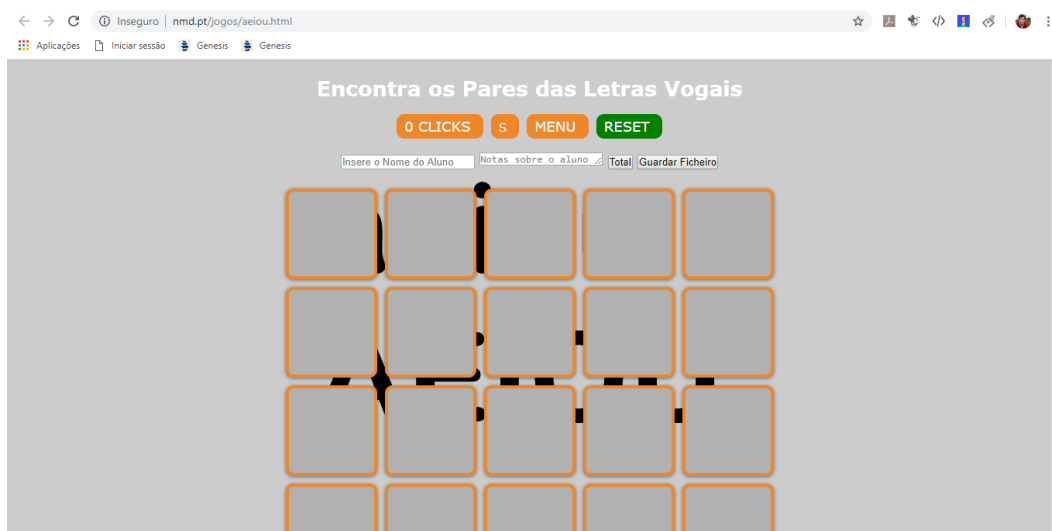


Figura 27 - Interface do Jogo Vogais, Ditongos 1 e Ditongos 2



Figura 28 - Interface do jogo escrita de palavras em Português e Inglês.

3.4.11. Jogo Somas

O jogo “somas” (Figura 29) originalmente adaptado de um jogo partilhado no site *CodePen* («Math QUIZ» sem data), foi usado com o intuito de apresentar a matemática na informática aos mais novos, mas também para apresentar as caixas de decisão, certo e errado, tão frequentes em formulários web e outros tipos de inquéritos.

Para o efeito foi criada uma tabela de apoio adjacente ao cálculo a confirmar ou negar, que poderia ajudar a criança a decidir sobre o cálculo apresentado. Esta tabela acabou por ser ignorada, já que as crianças contam pelos dedos, e pelo mesmo motivo cálculos superiores a dez foram retirados pois excedem os dedos das mãos. Assim de uma forma geral o jogo Somas só teve sucesso com crianças de 5 ou mais anos.

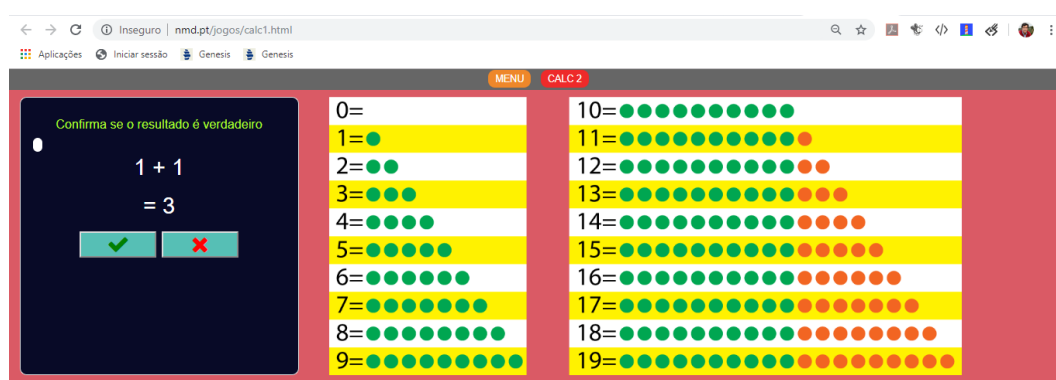


Figura 29 - Interface do jogo Somas

3.5. Síntese dos jogos implementados

Menu jogos / interações	Mover	Clique	Duplo clique	Arrasto	Teclado	Modificado
Coelho	x			x		
Toupeiras 1,2,3	x		x			
Flocos	x					
Dia de Reis	x					
Desenha	x	x		x		
Desenha 3	x	x		x		
Desenha App	x	x				x
Vogais e Ditongos1 e 2	x	x				x
Alfabeto	x	x			x	x
Somas	x	x				x
Coruja Boo	x	x		x	x	x
Colorir Online	x	x				x

Tabela 3 - Síntese dos Jogos Implementados

Na tabela 3, podemos rever as principais interações de cada jogo implementado, mas também podemos rever quais os jogos que foram modificados e os restantes criados de origem apenas usando módulos de javascript como o drag & drop.

3.6. Conclusão

Para este projeto de formação foram criados jogos com temáticas para quase todas as linhas de estudo pretendidas pelas educadoras da turma. Ficando por realizar alguns temas mais complexos de programar, mas que o uso do *Gcompris* complementou em aula. Num todo conseguimos criar interações para os gestos de rato do arrasto, do clique e duplo clique, mas também de clique contínuo e arrasto para o desenho de ilustrações. Foram ainda criadas aplicações para a escrita de números letras e palavras, que obtiveram excelentes resultados no que respeita ao interesse dos alunos. Num todo o conjunto de jogos criados é um bom ponto de partida para serem usados num próximo ano, e aí sim complementar este software com as temáticas mais complexas pedidas pelas educadoras da turma.

Agora que foram apresentados os jogos desenvolvidos e as respetivas interações criadas, passaremos à análise dos dados recolhidos nas sessões teste. Foram feitos vários testes treino ao longo do ano, mas para o efeito deste estudo foram consideradas aqueles que espaçavam 3 meses entre eles, de forma a retirar conclusões sobre a evolução dos alunos na aprendizagem do uso do computador.

Capítulo 4

Resultados Primários

4.1. Introdução

Neste capítulo passarei à apresentação do ambiente e tipo de testes, e à análise de resultados de testes primários e secundários, de forma a concluir sobre a evolução da interação com o rato por parte dos alunos. Desta análise foram descurados os testes de teclado, por estes não terem sido medidos de forma analítica. O uso do teclado é uma matéria do 1º Ciclo e por tal o retirar de elações sobre a evolução a aprendizagem deste, deve ser feito no ano seguinte e não no ano presente. Ainda assim os alunos praticaram o uso do teclado com sucesso, mas de forma assistida, pois foi necessário indicar aos alunos a posição de letras que não conheciam. Assim passemos à análise de dados no uso do rato.

4.2. Ambiente de testes

O ambiente de testes escolhido, foi uma sala equipada com 7 *workstations* de SO Windows, equipadas com ratos óticos standard e teclados QWERTY. Os jogos eleitos para teste foram hospedados num site («Menu Jogos» sem data) e executados no browser Mozilla Firefox. Os alunos realizaram os testes de forma livre, orientados pelos instrutores com o apoio de fichas teste (Tabela 2) complementares para as instruções orais. O tempo máximo de teste foram 30m, sendo os exercícios alternados com tempo de gravação dos mesmos.

Ficha Teste 2 do IIP, Sala 4 e 5 anos

1. Usa a aplicação “Apanha as Flores” 1x (2m)
2. Usa a aplicação “Coelho” 5x (3m)
3. Usa a Aplicação “Toupeiras” 5x (3m)
4. Cria um desenho á escolha na aplicação “Desenhar” (1m)
5. Cria Quadrados e Elipses na aplicação “Formas Geométricas” (1m)
6. Pinta um desenho com balde de tinta na aplicação “desenha app” (2m)

Nota: Gravar o resultado da aplicação antes de iniciar o teste seguinte.

Tabela 4 - Ficha Teste 2 do IIP, Sala 4 e 5 anos

4.3. Tipo de testes

O desenvolvimento das aplicações levou a que fossem realizados um conjunto de testes unitários, de integração, de validação e de sistema para revelar falhas simples, de forma a fazer o *debugging* das Web Apps.

Posteriormente foram realizados os testes principais de ICM. Esses testes eram práticos e recorreram ao uso das workstations e do servidor. Os alunos dividiam-se em dois grupos um de 4 e outro de 5 anos, e traziam experiência prévia de uso de rato e teclado, daí que apenas foi necessário explicar a alguns alunos que botão deviam usar, o esquerdo do rato e não o direito e por vezes ajudar a transitar de aplicação.

Assim os testes de interação primaram em medir velocidade de arrasto, velocidade de duplo clique e clique, capacidade de realizar ações compostas de clique arrasto e clique para o desenho de figuras geométricas, clique e arrasto para desenho livre, mas também de escrita e clique na caixa certa no jogo “somas”. É importante mencionar que este tipo de testes pede muita atenção à criança em movimentos repetitivos, daí que devam ser realizados diferentes testes de curta duração para manter altas a motivação e atenção do grupo de teste.

4.4. Estudo comparativo do teste 1 e 2

O teste de interação 1 e 2 foram realizados cumprindo um intervalo de 3 meses. Foram extraídas medidas em ambos os testes e analisadas 554 amostras quanto ao número, tipo e tempo, de arrastos e cliques. A partir daqui foram tratados os dados comparativos dos 2 testes relativos aos alunos em comum, para comparar a evolução da aprendizagem através da análise de competências de interação criança-máquina.

A análise inicial fez recurso do *MS Excel*, para realizar o processo de ETL, onde foram inicialmente extraídos os dados resultantes de erros, mas que depois foram repostos para dar maior naturalidade ao conjunto de dados medido e analisado, pois os diferentes tipos de erro são igualmente importantes.

A seguir foram carregados os dados numa tabela dinâmica e retirados os gráficos necessários para a análise de competências criança-máquina, sem antes ter realizado as funções estatísticas de percentagem de concretização, média, máximo e mínimo.

Foram ainda criados agrupamentos de dados que definiram intervalos de tempo para arrasto de *divs* ao longo de 1000px no jogo *coelho*, mas também para contar o total de cliques segundo intervalos de tempo para os testes de duplo clique do jogo *toupeiras*.

De seguida passo à apresentação dos dados analisados nos testes de interação 1 e 2 para o jogo *coelho* e *toupeiras* (Tabelas 3 e 4).

Teste 1 – Coelho

Nº de Aluno	2	5	7	8	9	10
idade	4,169	4,337	4,55	4,83	5,29	5,45
total de arrastos	9	3	21	3	15	6
arrastos > 0,5s	9	5	21	4	17	7
concretização	100%	60%	100%	75%	88%	86%
Média	4,93	1,90	1,94	0,89	1,21	0,96
Máximo	7,54	2,82	5,97	1,21	2,32	1,42
Mínimo	2,85	0,10	0,91	0,61	0,50	0,50

Teste 2 – Coelho

Nº de Aluno	2	5	7	8	9	10
idade	4,47	4,64	4,86	5,14	5,60	5,76
total de arrastos	9	23	10	14	22	15
arrastos > 0,5s	9	23	10	14	22	15
concretização	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Média	2,93	1,67	1,44	1,05	1,03	1,09
Máximo	4,19	2,44	2,82	1,91	2,93	1,81
Mínimo	2,22	0,91	0,70	0,51	0,50	0,60

Tabela 5 - Resultados comparativos de 6 alunos do teste 1 e 2 do jogo coelho



Figura 30 - Médias de Arrastos nos testes 1 e 2

A figura 30 das médias de arrasto, mostra que os alunos de 5 anos realizam em menos tempo o movimento de arrasto que os de 4 anos, mas também que existiu uma melhoria de desempenho do teste 1 para o teste 2, nos alunos de 4 anos. Mostrando-se assim esta idade como sendo propícia à evolução dos movimentos motores-finos dos alunos, já que os alunos de 5 anos realizaram médias com valores semelhantes nos dois testes.

Teste1 - Toupeiras

Nº de Aluno	2	5	7	8	9	10
idade	4,17	4,34	4,55	4,83	5,29	5,45
Total de duplo clique	12	11	21	30	26	28
Total de cliques	30	42	39	55	50	48
concretização	40%	26%	54%	55%	52%	58%
Média	1,41	1,60	0,86	0,67	0,81	0,67
Máximo	3,35	6,20	1,75	1,63	2,37	1,64
Mínimo	0,384	0,074	0,326	0,025	0,268	0,2

Teste2 - Toupeiras

Nº de Aluno	2	5	7	8	9	10
idade	4,47	4,64	4,86	5,14	5,60	5,76
Total de duplo clique	10	6	10	6	21	20
Total de cliques	27	13	16	16	35	33
concretização	37%	46%	63%	38%	60%	61%
Média	1,31	1,25	0,86	1,21	0,75	0,77
Máximo	3,36	2,64	3,17	2,28	1,62	2,35
Mínimo	0,58	0,45	0,28	0,49	0,08	0,25

Tabela 6 - Resultados comparativos de 6 alunos do teste 1 e 2 do jogo coelho

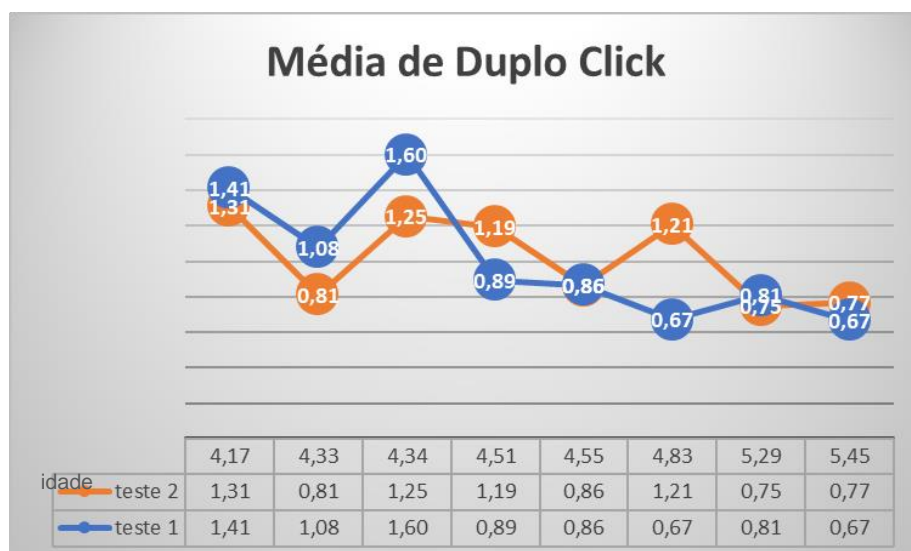


Figura 31 - Média de duplo clique nos testes 1 e 2

Na figura 31 das médias de duplo clique, mostra-se que os alunos a partir dos 4 anos e meio, realizaram uma média de tempos duplo clique inferior aos de 4 anos no teste 1. Já o teste 2 mostra uma melhoria das médias dos alunos mais jovens, e resultados iguais ou piores que no teste anterior dos alunos com quase 5 anos.

4.4.1. Análise de resultados do jogo coelho

Para o teste de interação 2 recorri ao software *Tableau Public* onde carreguei o ficheiro CSV exportado do Excel, tendo obtido o gráfico da Figura 32.

Posteriormente adicionei duas linhas a) (separa os 4 dos 5 anos), e b) (separa os tempos superiores e inferiores a 1,5 s), que demonstram que os utilizadores de 5 anos conseguiram tempos mais baixos de arrasto que os de 4. Na análise deste mesmo gráfico a maioria dos dados obtidos para a distância percorrida de 1000 px pelo rato, variam entre 0.5 e 2.5 s.

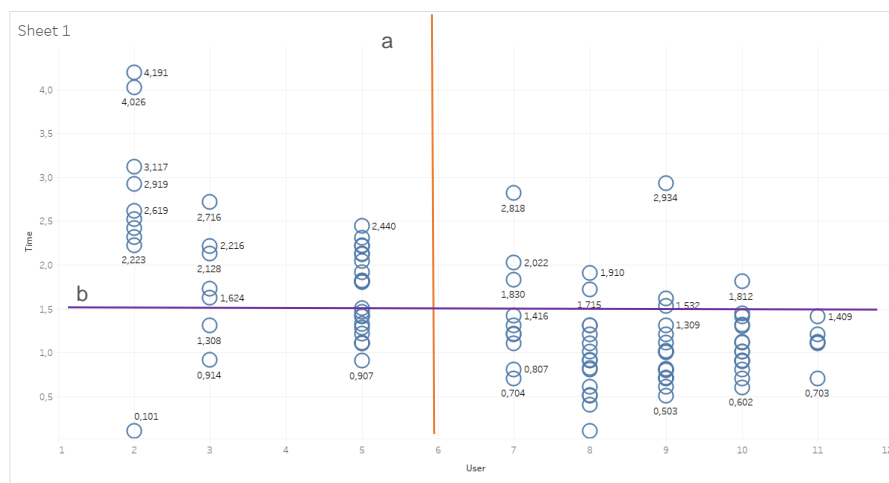


Figura 32 - Concentração de dados entre [0.5-1.5] s

Acerca da figura 33, comparámos dois alunos escolhidos com um mínimo de 10 arrastos no teste 2, um de 4 e outro de 5 anos. Numa série de 14 arrastos do jogo *coelho*, o aluno de 4 anos leva mais tempo por arrasto e realiza menos arrastos, comparado com o aluno de 5 anos. Concluí assim que os alunos de 4 anos, precisam de provavelmente mais um ano para atingirem as metas dos alunos de 5 anos, ou então de mais prática e mais tempo.

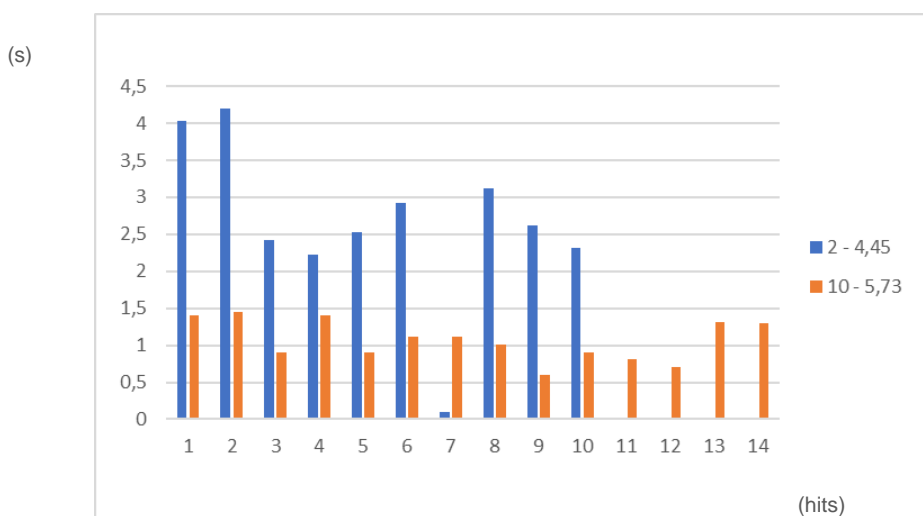


Figura 33 - Gráfico comparativo da velocidade de arrasto numa série de movimentos de dois alunos com 4 e 5 anos no teste 2

A análise detalhada dos dados recolhidos para a Figura 34 foi feita com recurso a um cubo de dados e agrupamento dos dados segundo intervalos de tempo. Podemos ver que a maioria dos arrastos foi realizada até dois segundos, mas os arrastos entre 0 e 1 s são na maioria erros de arrastos não completados, demonstrando assim que o sucesso da ação acontece no intervalo de tempo entre 1 e 2 s, para o qual contámos a maioria das interações.

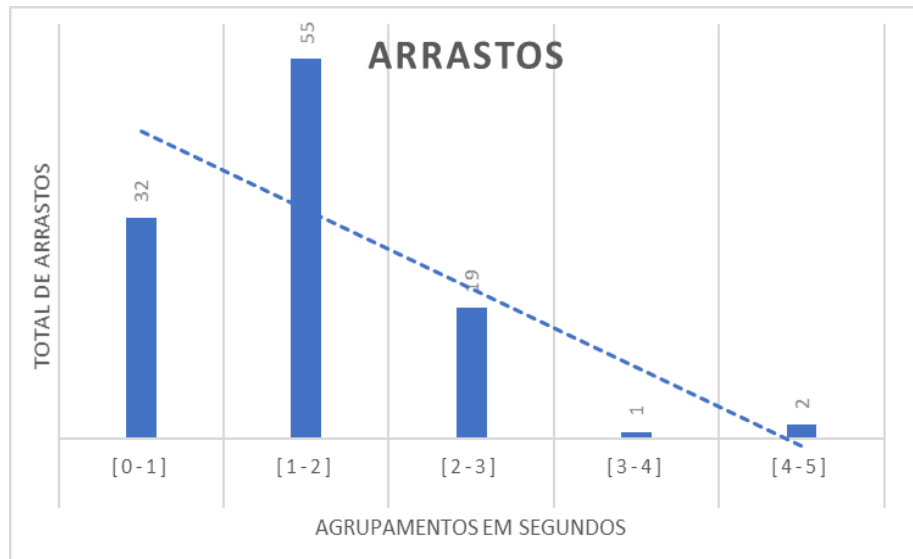


Figura 34 - Linha de tendência dos arrastos medidos em agrupamentos de 1s de ambas as idades

Em última análise, a figura 35 mostra que os agrupamentos [0-1s] e [1-2s] totalizam menos de 70% das entradas de arrastos do teste 2 do jogo “coelho”.

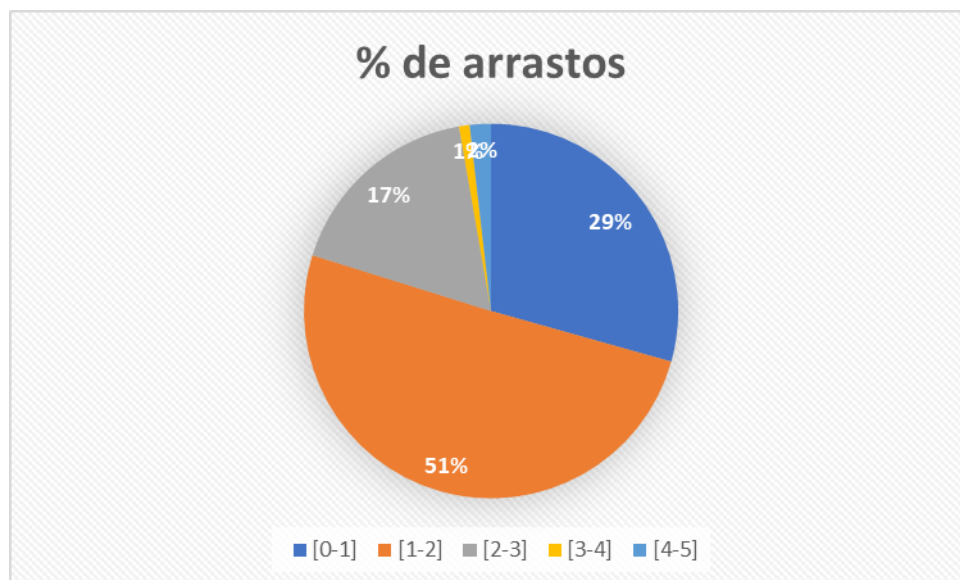


Figura 35 - Total de arrastos em percentagem

4.4.2. Análise de resultados do jogo toupeiras

Sobre o jogo *toupeiras*, a Figura 36 demonstra a dispersão de dados de tempos inferiores a 1.4 s obtidos em ambos os testes, com as seguintes linhas para fácil interpretação:

- na linha verde (a) marcamos o objetivo pretendido de 0.8 s de duplo clique,
- na linha laranja (c) o standard MS de 0.5 s,
- e na linha vermelha (b) marcamos a divisória entre 4 e 5 anos.

Assim conseguimos demonstrar que ambos os alunos de 4 e 5 anos conseguem alcançar o standard de 0.5 s para o duplo clique, mas como foi afirmado antes, a maioria dos dados recolhidos são superiores a essa marca, muito pela dimensão e força de dedos e falta de prática em idade pré-escolar.

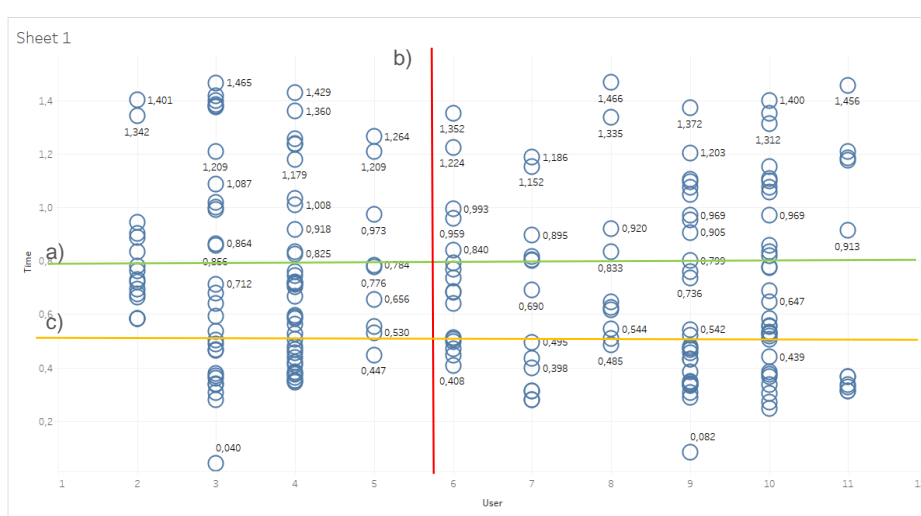


Figura 36 - Dispersão de dados entre [0-1.4] s

Na Figura 37, a linha de tendência é demonstrativa que a maioria dos cliques foi conseguido com sucesso até 0.8 s, e que de 0.8 a 2 s já podemos considerar os cliques como tentativas de treino, e os valores seguintes podem ser analisados como erros de distração, pois se entre cliques tivermos 40 s, podemos assumir que o aluno por exemplo olhou para os outros alunos, conversou, ou distraiu-se com algo.

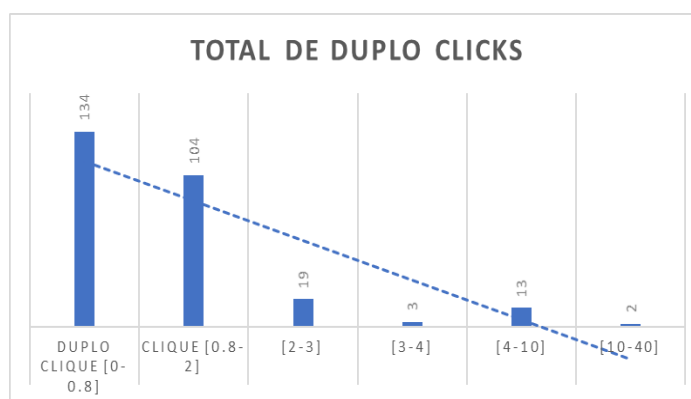


Figura 37 - Linha de tendência dos cliques medidos por intervalo de tempo no teste 2

Por último, eliminando os erros, podemos ver na Figura 38, que uma em cada duas tentativas foi bem sucedida, sendo realizada entre 0 e 0.8s.

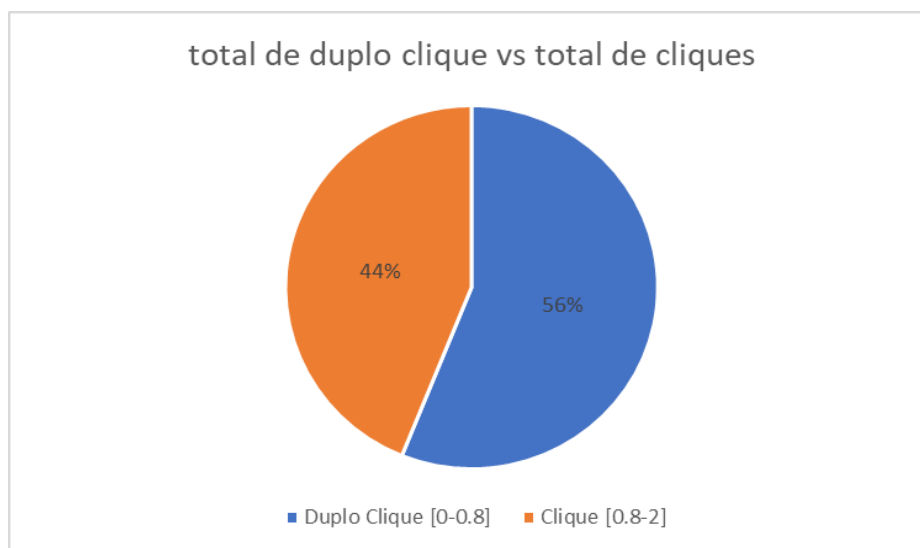


Figura 38 - Os duplos cliques realizados em constituem 56% do total de entradas até aos 2s.

4.4.3. Análise de resultados dos jogos vogais, ditongos 1 e 2

O terceiro teste de interação foi realizado com os jogos *vogais*, *ditongos 1* e *2*, donde recolhemos 1066 amostras de cliques. Nestes jogos de encontrar os pares de imagens, devemos ter em conta que o número de variáveis cognitivas de análise de imagens é muito alto, daí que os gráficos que se seguem sejam meros indicadores para estudos futuros, das médias de tempo entre cliques nas idades de 4 e 5 anos.

Ainda assim podemos reparar que existe uma linha divisória a) dos 4 e 5 anos nos 3 jogos (Figura 39, 40, 41), onde a média de tempos baixa com o aumento da idade, com exceção de alguns utilizadores na passagem dos 4 para os 5 anos.

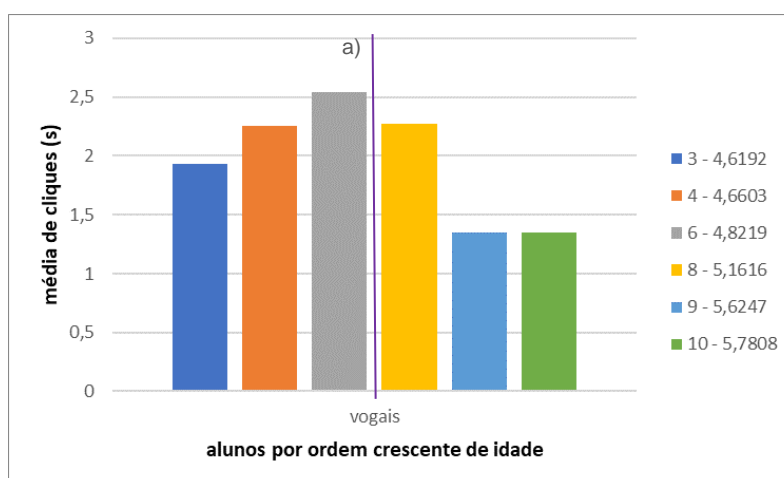


Figura 39 - Média de tempo entre cliques para o jogo vogais.

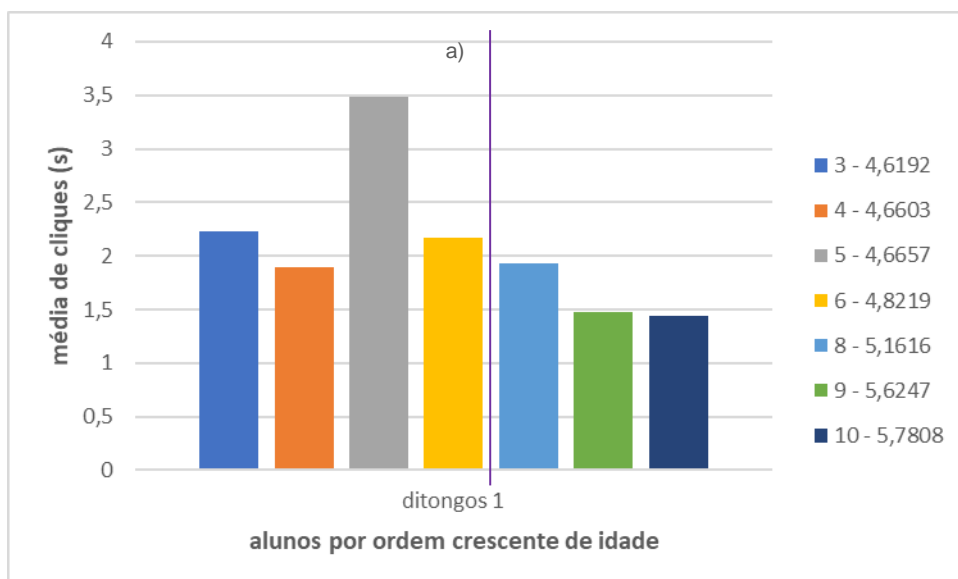


Figura 40 - Média de tempo entre cliques para o jogo ditongos 1.

Na Figura 40, gostava de destacar o utilizador 5 de 4 anos e meio que obteve uma média de cliques mais alta que todos, sem que para isso haja uma explicação aparente, a não ser a de que levou mais tempo a decidir entre cliques que os restantes.

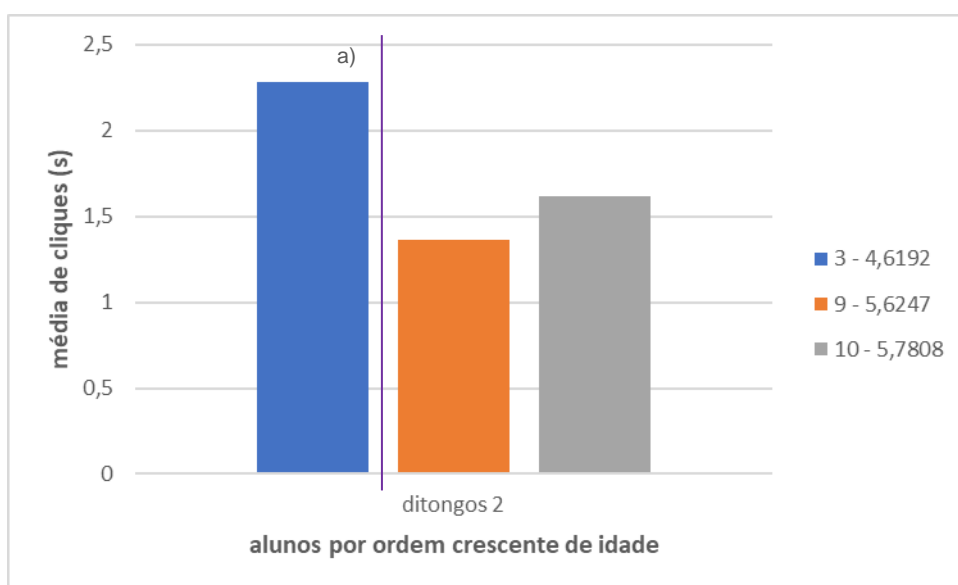


Figura 41 - Média de tempo entre cliques para o jogo ditongos 2.

Na Figura 41, existe uma diferença clara entre o utilizador 3 e o 9 com um ano de diferença, onde o utilizador 3 obteve valores mais altos que o 9 e 10. Mas também é claro que os alunos mais velhos, neste caso o utilizador 10, nem sempre têm o melhor desempenho, já que a melhor média de cliques foi do utilizador 9. Daqui reserva-se a justificação para estudos futuros, já que, como foi referido, o exercício envolvia processos cognitivos de memória, e assim outras variáveis avaliativas entram em jogo, sem que tenham sido supervisionadas neste estudo.

Sobre a percepção e memória, as crianças memorizam cores e formas e daí decidem. Esta conclusão é retirada do ano de trabalho com este grupo de crianças. Igualmente todos eles estão no mesmo estágio de crescimento e desenvolvimento cognitivo de Piaget, o pré-operatório 2-7 anos. Por este facto acho que não devemos concluir que os mais velhos realizam mais cliques que os mais novos, mas sim na média de cliques de cada um (Tabela 5), pois se virmos bem, e retirarmos o *id* 10 da tabela 5, as médias de cliques variam muito pouco, sendo até semelhantes.

<i>id</i>	idade	vogais	ditongos 1	ditongos 2	médias
3	4.619	62	54	68	61,33
4	4.66	58	66		62
5	4.665		52		52
6	4.82	56	78		67
8	5.16	40	86		63
9	5.62	44	58	48	50
10	5.78	88	78	130	98,67

Tabela 7 - Médias de alunos nos jogos vogais, ditongos 1 e 2

Sobre o gráfico comparativo dos jogos de Português (Figura 42), notamos que existe uma variação linear crescente por idade do jogo *ditongos 1*, mas é demasiado ligeira para retirarmos conclusões acerca destes dados. Assim sendo com exceção do aluno mais velho que gastou mais cliques que os restantes, é evidente uma normalização dos dados recolhidos, uma vez mais apontando para a justificação de todos pertencerem ao mesmo estágio de desenvolvimento, o pré-operatório [2-7] anos de Piaget.

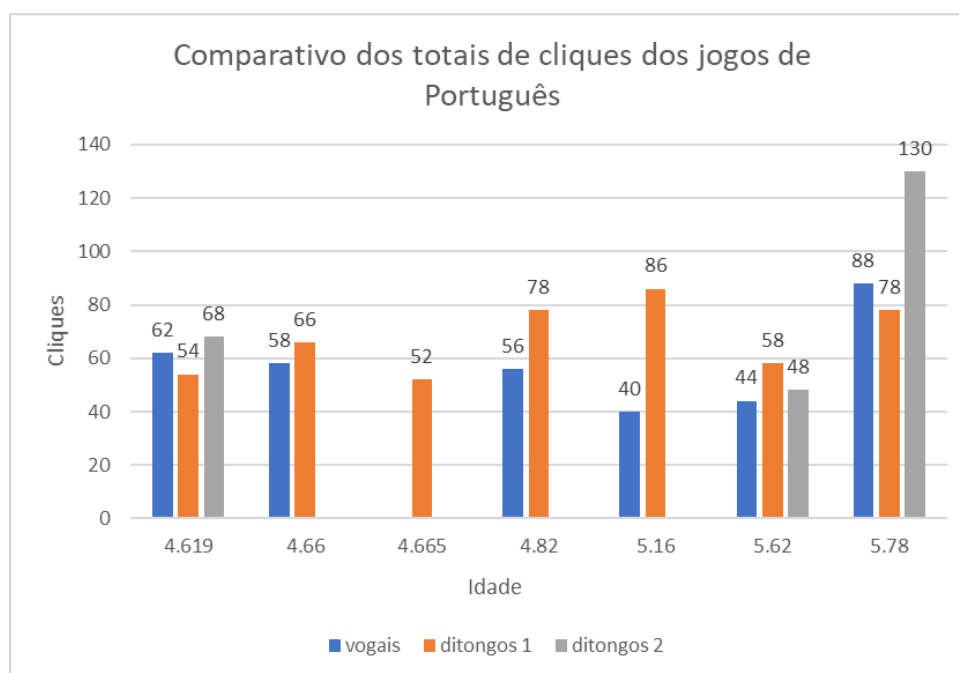


Figura 42 - Comparativo dos jogos de Português – teste 1

O quarto e último teste de interação foi realizado para ser comparado com os jogos *vogais*, *ditongos 1* e *2* anteriormente realizados, de onde recolhemos 1226 amostras de cliques. O primeiro dado de análise deste teste é o aluno mais novo *id*=1, que de forma assistida conseguiu o total de cliques mais alto, mostrando que os jogos vogais e ditongos estão vocacionado para alunos de 5 ou mais anos.

Já o *id*=5 subiu a média em todos os jogos do primeiro para o segundo teste, mas comparativamente ao mais novo já desceu acentuadamente o total de cliques. O *id*=6 só realizou o jogo vogais e desceu a média relativo, ao primeiro teste.

Por último temos o *id* 8 a 11, em que todos têm mais de 5 anos com médias equilibradas entre eles, com exceção do *id*=10, que já tinha revelado uma média elevada no teste anterior e desta vez subiu a média em todos os jogos, adquirindo assim um padrão pessoal e desviando-se do padrão da idade de 5 anos.

<i>id</i>	idade teste 2 13 de junho	vogais	ditongos 1	ditongos 2	média teste 2	média teste 1
1	4.69	126			126	
2	4.70					
3	4.82					62
4	4.86					63
5	4.87	86	60	68	71	53
6	5.0	44			44	68
7	5.08					
8	5.36	48	64	46	53	64
9	5.83	44	82	58	61	50
10	5.98	68	108	146	107	99
11	6.36	48	48	82	59	

Tabela 8 - Comparativo de teste 1 com teste 2 de jogos de Português

Na página seguinte temos dois gráficos (Figura 43 e 44), que demonstram que o aumento de complexidade visual entre jogos não representa obrigatoriamente um aumento de cliques, pois existem exceções, mas sem dúvida que é um dado que está evidenciado no gráfico Comparativo dos totais de cliques por jogo de Português – teste 2 (Figura 43).

Já no gráfico comparativo das médias de cliques de jogos de Português (Figura 44), notamos que entre o teste 1 e 2 não existe grande diferença de resultados, já que algumas crianças subiram a média e outras desceram de forma ligeira, e de alguma forma existe um padrão na região entre 50 a 70 cliques de média. Mas uma vez mais estão evidentes exceções na criança mais nova *id*=1 e numa das mais velhas *id*=10, que subiram a média em grande escala, por fatores diferentes, já aqui debatidos.

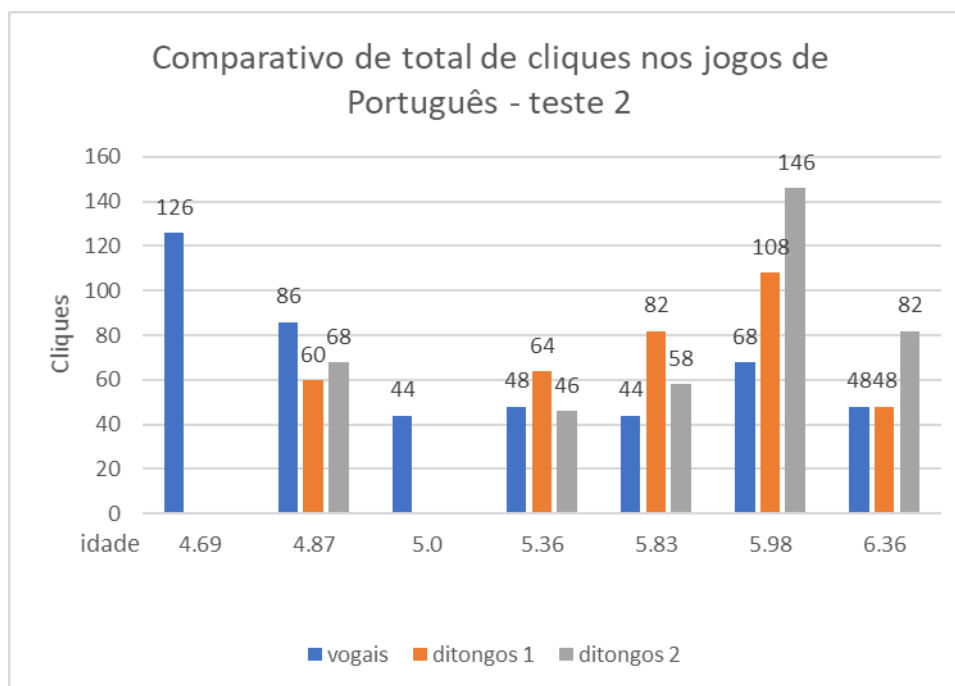


Figura 43 - Comparativo dos totais de cliques por jogo de Português – teste 2

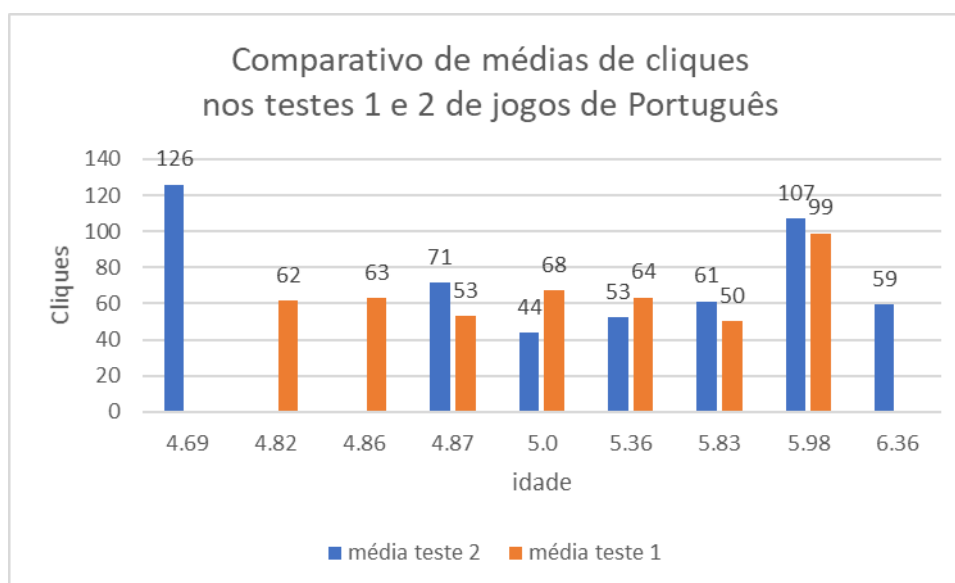


Figura 44 - Comparativo das médias de cliques de jogos de Português

Assim com os dados apresentados, podemos debater-nos com questões mais conceptuais deste projeto no que respeita ao direcionamento do contexto de jogo.

Esta análise pedia um estudo muito mais profundo de cada criança de forma a obter dados qualitativos da personalidade, capacidade de memória e decisão de cada um, o que de alguma forma ajudaria ao objetivo de reconhecer padrões e regras num grupo de alunos uniforme como o que respondeu aos testes aqui descritos. Esse trabalho a ser realizado em estudos futuros, em muito ajudará ao desenho e conceção de aplicações mais apelativas e menos mecânicas, que respondam melhor à complexidade do intelecto da criança que de alguma forma responde melhor à cor, imaginação e engenho.

Prova disso é o projeto *Gcompris* descrito na Análise de software existente [subsecção 2.13.1 do Capítulo 2], que durante todo o ano foi alvo predileto da atenção e interesse das crianças, muito por conter mais de uma centena de jogos, todos eles educativos, que usam cor, forma, contexto infantil, interface intuitivo com ícones grandes, e faz uso de rato e teclado, e daí permitir o acesso à escrita, à lógica e ao engenho de forma pedagogicamente pensada que em muito faltou aos jogos usados nos testes descritos. Que inicialmente em tudo aparentavam ser do interesse infantil, mas cuja mecânica de jogo envolvia processo de repetição que mais tarde descobrimos que levava ao desinteresse em crianças desatentas para o processo educativo e mais concentradas nos processos lúdicos de características visuais.

Assim se compreendem os espaços em branco nas tabelas e intervalos nos gráficos apresentados, pois faltou pensar em como cativar o interesse de todos as classes de alunos segundo idade, género e educação e dos pais para que os alunos estivessem presentes em todas as sessões. Este objetivo do conhecimento do público alvo sem dúvida é o mais difícil de todo o processo de desenvolvimento, e a maior razão de sucesso para um projeto como o apresentado. Assim podemos concluir que os jogos *vogais*, *ditongos 1 e 2* cativaram o interesse de muitas crianças do grupo, mas não de todas, levando a questionar mais que o padrão de cliques encontrado, a base conceptual do ideal de jogo e contexto a usar em testes.

Outro tema a ser debatido acaba por ser a palavra “teste”, no contexto infantil e como é encarada. A forma como foi encaminhado este projeto, levou a que os testes fossem encarados como tarefas, em que era sempre perguntado à criança, - Queres fazer este jogo? E a resposta por vezes foi “não” como é prova o conjunto de dados apresentados num todo, onde fica demonstrado que é extremamente difícil realizar teste comparativos com todos as crianças, e daí faltarem dados comparativos em datas diferentes da mesma criança, mas também por outro fator, que foi a assiduidade, já que nem sempre estiveram todos presentes em sala.

Podemos dizer que esta metodologia com base na liberdade de escolha, pode ser perturbador na entrada no 1º Ciclo, em que as crianças têm que aprender por obrigação e nem tudo pode ser um jogo, levando assim à criação de falsos precedentes, mas ainda assim decidimos seguir o modelo opcional e tornar o ambiente mais ligeiro e lúdico possível.

Nesta medida concluo a análise dos dados retirados dos diferentes jogos, e passo à análise de dados secundários onde fomos classificar os dados já analisados e tratados, de forma a conseguir retirar mais elações do conjunto dos testes realizados.

Para alcançar este fim usámos três software's o *MS Excel*, o *Tableau Public*, e o *WEKA*. Com o *Excel* convertimos as tabelas em ficheiros CSV que depois foram interpretados de forma dinâmica pelo *Tableau*, e sujeitos a classificação no programa de *Data Mining Weka* através de algoritmos de classificação genéricos. No final obtivemos a visualização de clusters de classificação que permitiram a reanálise dos dados, e a inferência de novas conclusões.

4.5. Resultados Secundários

4.5.1. Data Mining - Weka

O pacote de software *Weka* (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*) começou a ser escrito em 1993, usando *Java*, na Universidade de *Waikato*, Nova Zelândia sendo adquirido posteriormente por uma empresa no final de 2006. O *Weka* encontra-se licenciado ao abrigo da *General Public License*, sendo possível estudar e alterar o respetivo código fonte.

O *Weka* tem como objetivo agregar algoritmos provenientes de diferentes abordagens/paradigmas na subárea da inteligência artificial dedicada ao estudo de Machine Learning como o C4.5 usado para gerar árvores de decisão (Quinlan, 1993). Esta subárea pretende desenvolver algoritmos e técnicas que permitam a um computador "aprender" (no sentido de obter novo conhecimento) quer indutiva quer dedutivamente.

O *Weka* procede à análise computacional e estatística dos dados fornecidos recorrendo a técnicas de Data Mining tentando, indutivamente, a partir dos padrões encontrados gerar hipóteses para soluções e no extremo, inclusive teorias sobre os dados em questão («Weka» 2019).

Assim para o efeito foi usado software Workbench do Weka e o algoritmo Simple K Means, que passo a explicar:

- **Workbench**

O *Weka Workbench* é um ambiente que combina todas as interfaces GUI numa única interface. A interface é dividida em 9 guias, *Preprocess*, *Classify*, *Cluster*, *Associate*, *Select Attributes*, *Visualize*, *Experiment*, *Data Mining Processes* e *Simple CLI*, cada uma com uma função específica: Neste processo usei o *Preprocess*, o *Cluster* e o *Classify*.

- **Simple K Means**

Em *Data Mining*, agrupamento *k-means* é um método de *Clustering* que tem por objetivo particionar n observações dentre k grupos onde cada observação pertence ao grupo mais próximo da média («*k-means*» 2018). O *Simple K Means* é uma implementação em Java do algoritmo *K Means* no *Weka*, usado no ambiente *Cluster*.

4.5.2. Data Mining do jogo Coelho - teste 2

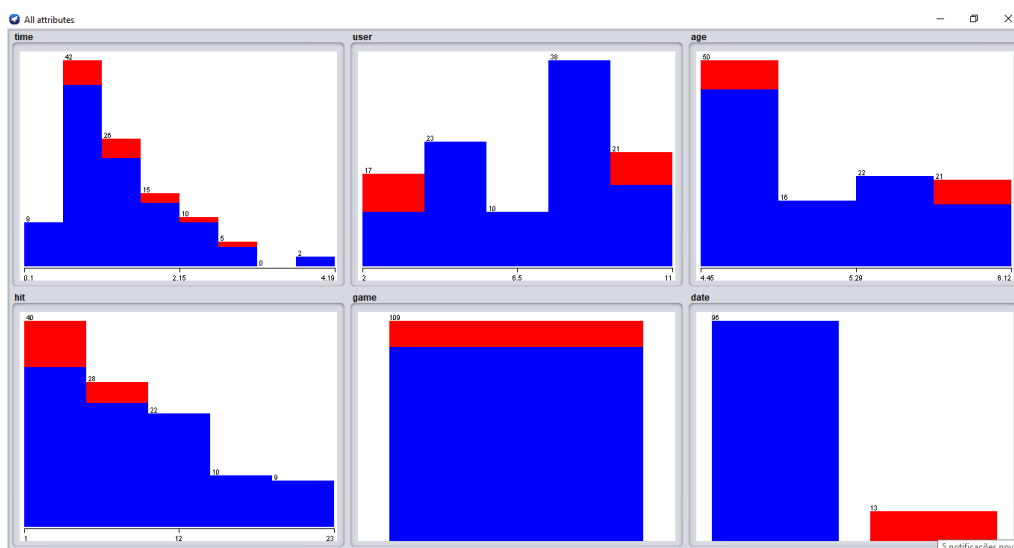


Figura 45 - Gráficos de pré processamento para jogo coelho em duas datas

O ambiente *Preprocess* devolve graficamente os totais por atributos:

- No atributo *time* a maioria de dados de entrada registou-se até 2 s.
- Em *user* e *age* o número de dados distribuem-se por utilizador e idade, categorias relacionadas.
- Já em *hit* vemos que a maioria dos utilizadores tentou pelo menos arrastar 12 vezes as “cenouras” no jogo,
- Em *game* e *date* os diagramas demonstram que foi analisado somente um tipo de jogo em duas datas diferentes.

O Simple K Means separou os dados em dois clusters com os centroides das médias em 1.0316 s e 1.8394 s, segundo as variáveis de *time* e *age* (Figura 46).

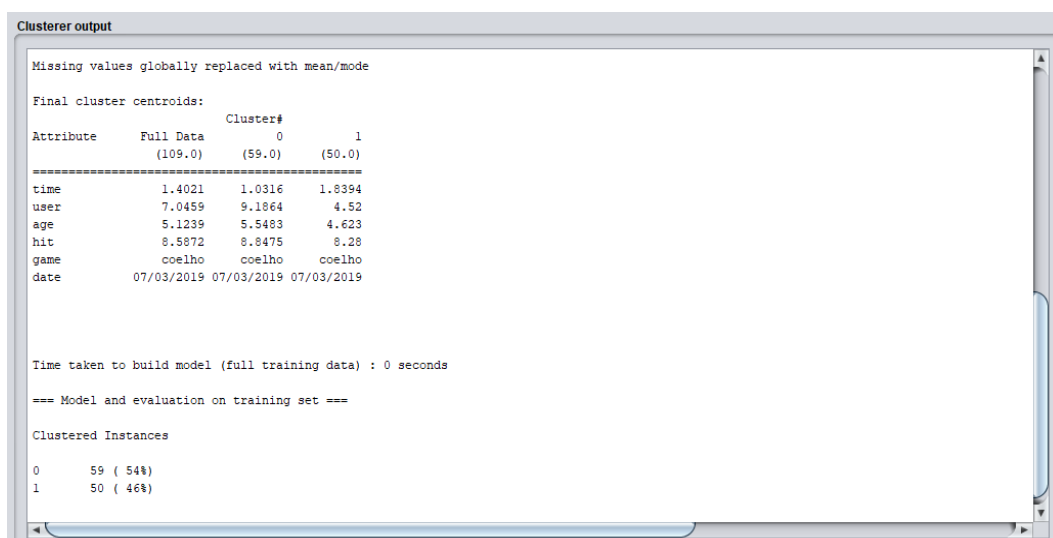


Figura 46 - Relatório do Simple K Means

Na visualização dos dois clusters (Figura 47), segundo idade e tempo, sendo as idades mais altas de 5 ou mais anos os marcadores azuis (cluster 0) e as idades mais baixas os marcadores a vermelho (cluster 1), fica evidente que os alunos de 4 anos (cluster 0) levaram mais tempo que os de 5 (cluster 1)

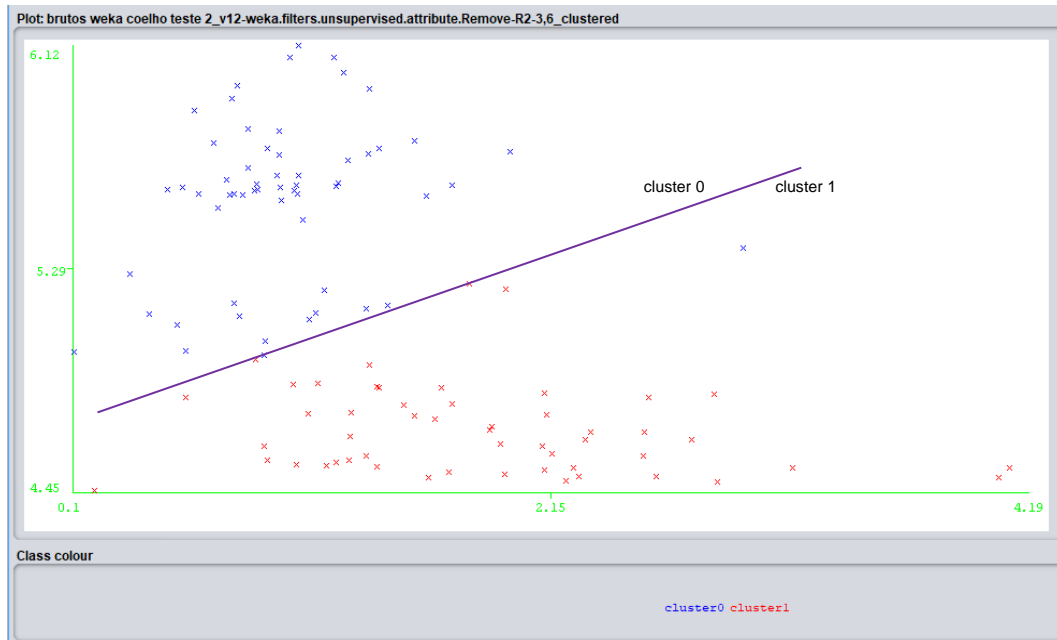


Figura 47 - Visualização dos dois clusters do algoritmo k-means

4.5.3. Data Mining do jogo Toupeiras - teste 2

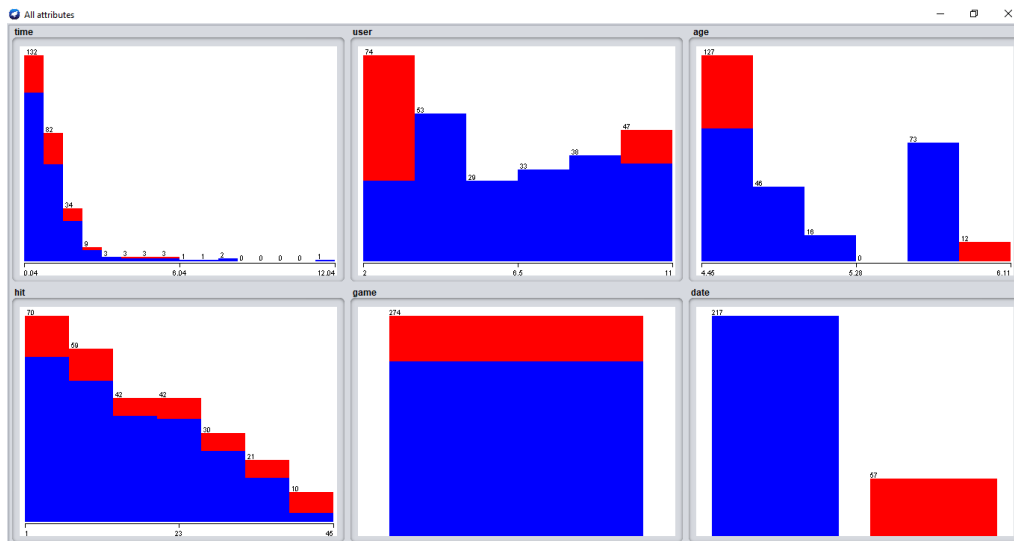


Figura 48 - Gráficos de pré processamento para jogo toupeiras em duas datas

Voltamos a usar o ambiente *Preprocess* que devolve graficamente os totais por atributos:

- O gráfico Time revela a maioria dos tempos como inferiores a 1s.
- Há uma proximidade do total de entradas dos utilizadores de 4 e 5 anos.

- As entradas até 5.28 anos totalizam a maioria das entradas.
- A maioria das entradas de clique deram-se até ao 22ºHit,
- Os dados são apenas de um jogo com duas datas.

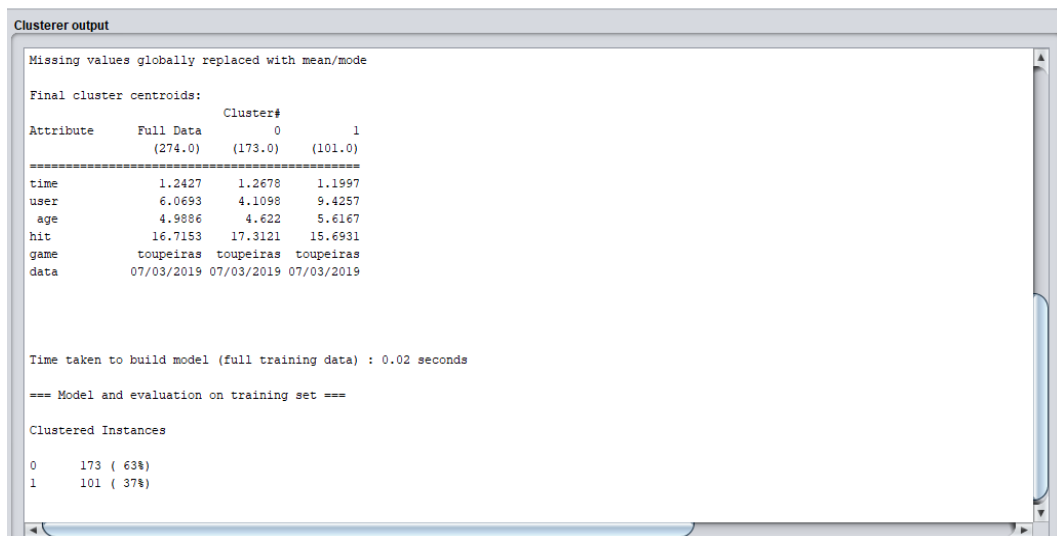


Figura 49 - Algoritmo de *clustering* SIMPLE K MEANS

O algoritmo de *clustering* SIMPLE K MEANS (Figura 49), criou dois clusters dentro da maioria dos dados de 07/03/2019, a partir de 274 amostras, respeitando-se o cluster 0 aos 4 anos, e o cluster 1 aos 5 anos.

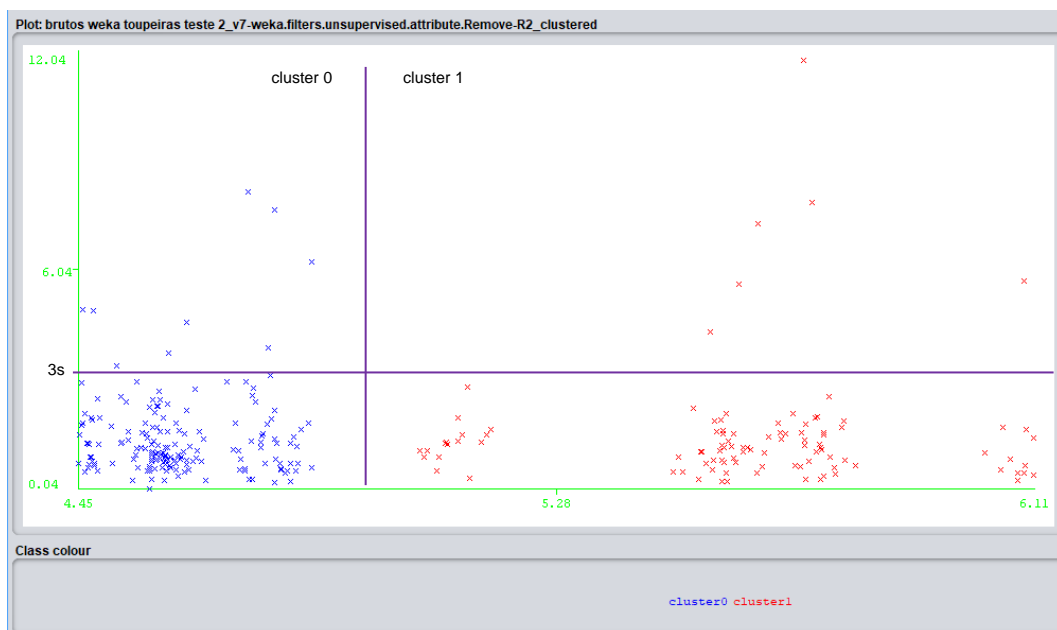


Figura 50 - Visualização dos dois clusters do algoritmo k-means

Os dados indicam (Figura 50) que a maioria dos tempos é inferior a 3 s, e que metade desses tempos são da ordem dos 0.8s ou inferiores, e que tanto os alunos de 4 ou de 5 anos tiveram erros de excesso de tempo sem clicar.

4.5.4. Data Mining do Jogo vogais, ditongos 1 e 2 – teste 3

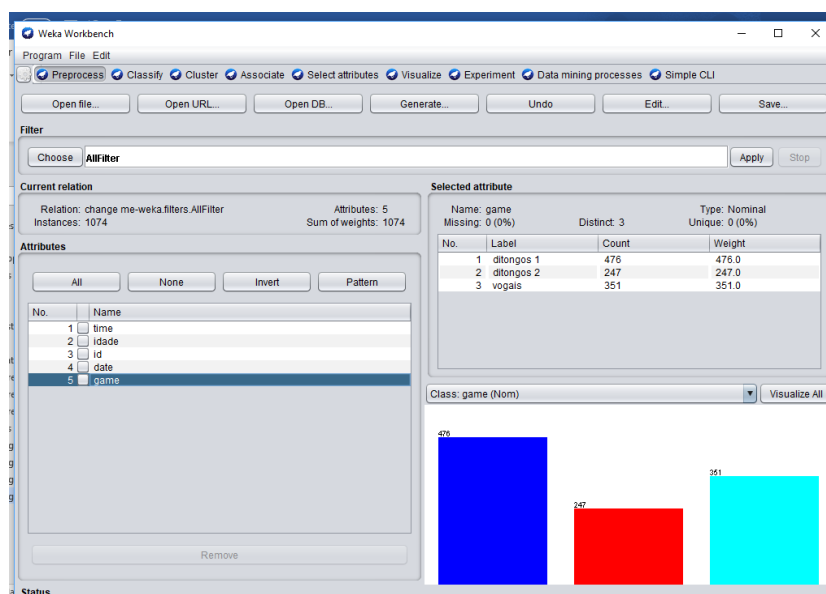


Figura 51 - Pré processamento dos 3 jogos

Nesta análise de 1074 amostras, podemos constatar os dados apresentados no gráfico da Figura 51, mas não podemos concluir sobre as razões destes dados, já que os jogos apresentados, fazem uso da memória e da decisão cognitiva, dois campos de estudos futuros, mas não incluídos nesta dissertação. Assim sendo o peso de cada jogo no pré-processamento é literal ao número de instâncias de cada jogo.

Relativo ao número de hits, por ordem de realização dos jogos, em 3 jogos, em tudo semelhantes, em que apenas variavam as ilustrações subiu o número de cliques do jogo vogais para o jogo ditongos 1 e depois desceu abaixo do jogo vogais para o jogo ditongos 2 (Figura 52).

Uma conclusão possível é que o nível de complexidade das imagens subiu do jogo vogais para o jogo ditongos 1, e assim foram necessárias mais jogadas para concluir o jogo, mas no jogo ditongos 2 o nível de complexidade manteve-se e sendo já o segundo jogo do mesmo nível, por aprendizagem ou treino foram necessárias menos jogadas para concluir o jogo.

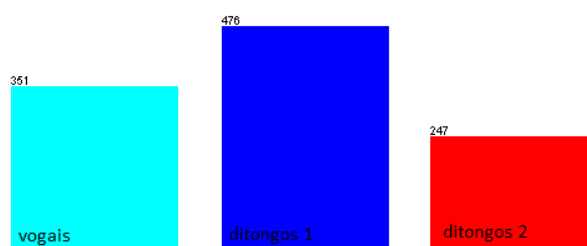


Figura 52 - Número de Hits por jogo segundo a ordem de realização

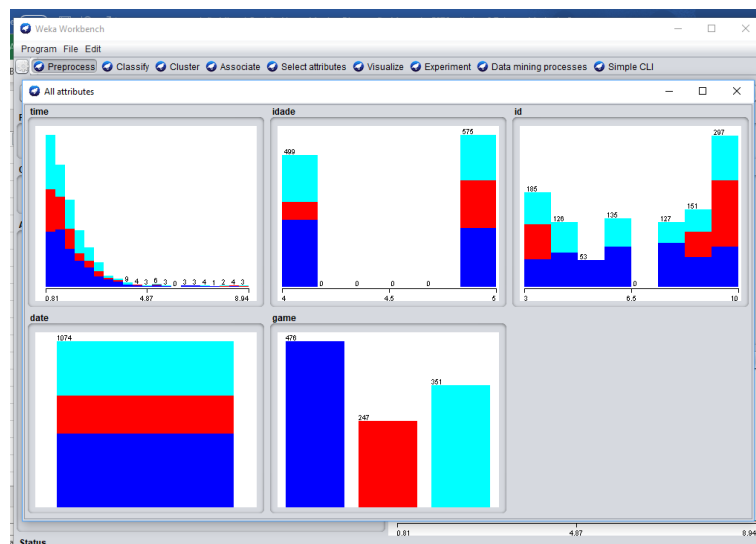


Figura 53 - Gráficos de pré-processamento para 3 jogos na mesma data

Os gráficos de pré-processamento dos dados (Figura 53) mostram que:

- No gráfico time a maioria dos tempos de hits, para os 3 jogos variam entre 0.81s e 4.87 s;
- No gráfico idade e id, os alunos de 4 anos realizaram menos hits que os de 5 anos;
- Que todos os jogos foram realizados na mesma data;
- O jogo ditongos 1 foi o que obteve mais hits, seguido do jogo vogais e ditongos 2

Após aplicado o classificador Simple K Means ao conjunto de dados obtivemos 2 agrupamentos de dados (Figura 54), classificados com cluster 0 (4 anos a azul) e 1 (5 anos a vermelho) (Figura 56).

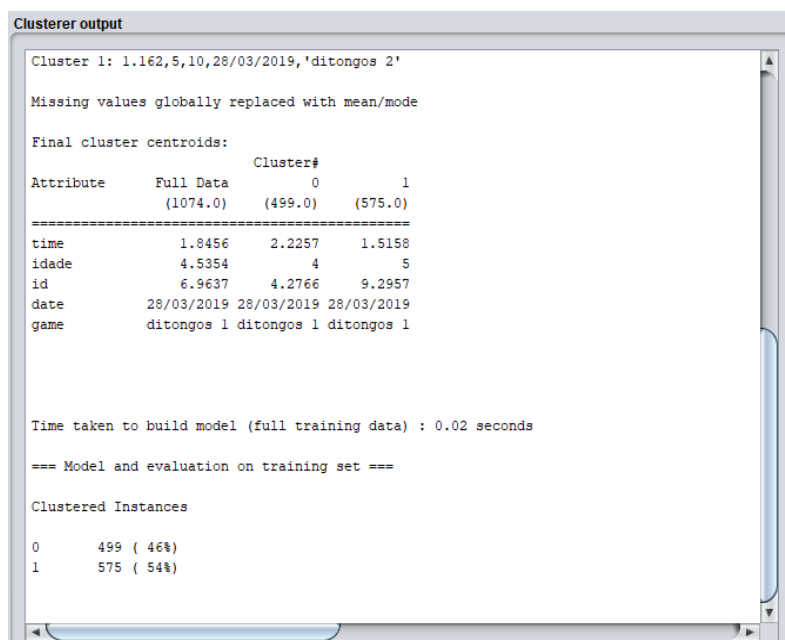


Figura 54 - Classificador SimpleKMeans

Após classificarmos os dados, visualizámos os clusters segundo instância e tempo, tornando-se visível que o cluster 0 dos alunos de 4 anos contém mais erros ou jogadas de longa duração acima de 4.87s que o cluster 1 dos alunos de 5 anos.

Numa última visualização de *clustering* do *id* vs tempo, igualmente visualiza-se que os alunos de 5 anos precisaram de menos tempo entre interações e cometeram menos erros ou jogadas de longa duração, na Figura 55, ver quadrado a).

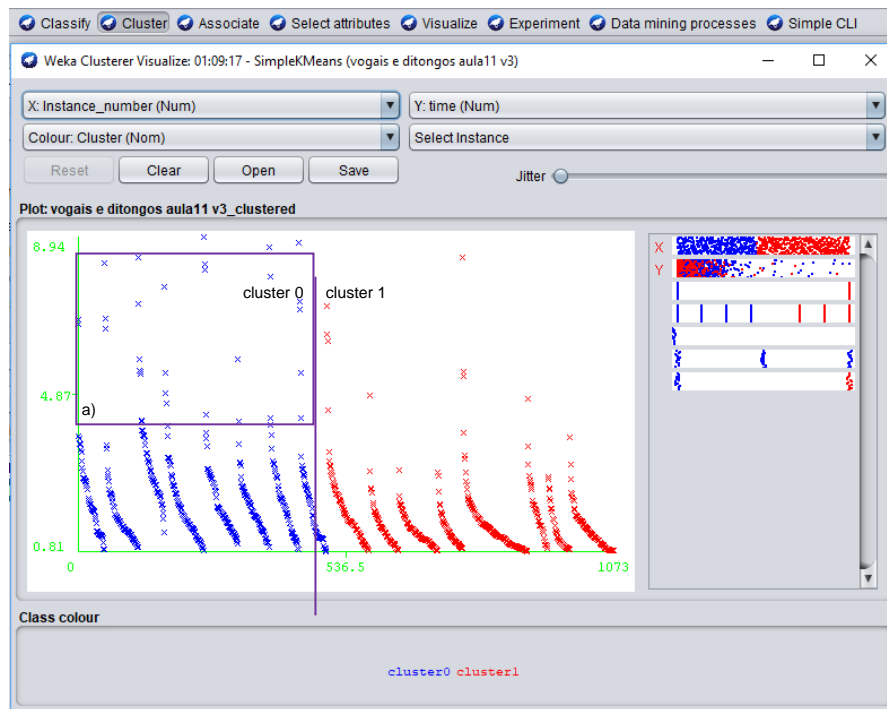


Figura 55 - Clustering, instance vs time

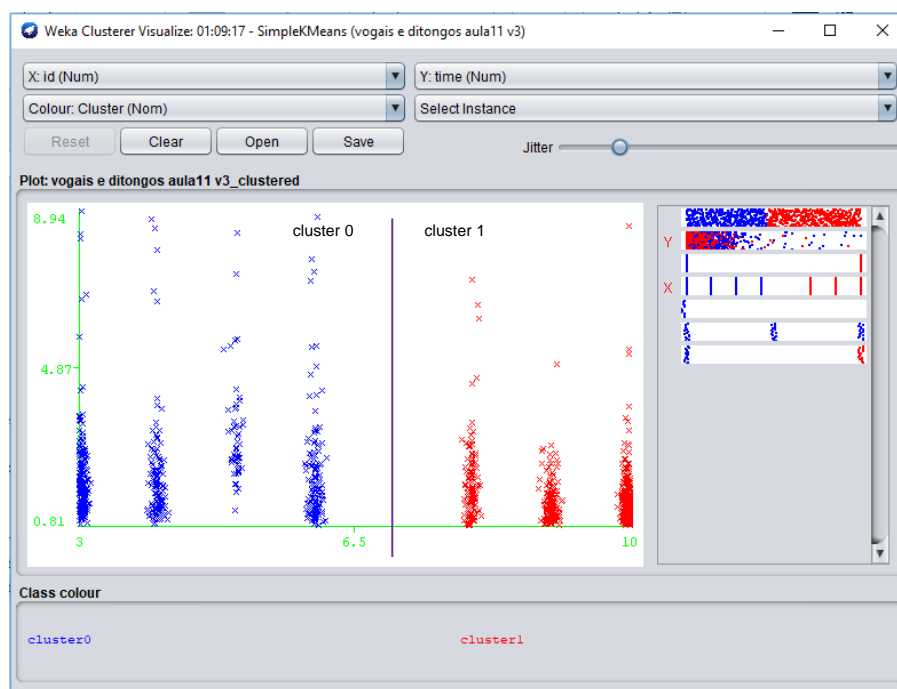


Figura 56 - Clustering, id vs time

4.6. Conclusão

Deste capítulo 5 podemos rever as várias conclusões retiradas, tais como:

- Os alunos de 5 anos realizam em menos tempo o arrasto de 1000px e interagem mais vezes que os alunos de 4 anos.
- A idade de 4 anos mostrou-se a mais propícia para a aprendizagem do uso do rato no que respeita à evolução dos movimentos motores-finos.
- A maioria dos arrastos foram realizados até 2 segundos por ação, totalizando 70% dos movimentos registados.
- Ambos os alunos de 4 e 5 anos conseguem realizar o duplo clique até 0,5s, mas na maioria das vezes realizam cliques em mais tempo que o standard indicado.
- A análise do número de variáveis cognitivas implicadas nos testes de reconhecimento de imagens implica um pré-estudo mais aprofundado, mas ainda assim a média de tempos de clique baixa com a idade e experiência.
- Existem alunos que fogem aos padrões descritos para os da mesma idade sem razão aparente além de precisarem de mais tempo para decidir onde clicar.
- As crianças conseguem reconhecer letras e palavras curtas através da forma e cor usadas nos elementos gráficos usados.
- O facto dos alunos de 4 e 5 anos pertencerem ao mesmo estágio de desenvolvimento, não implica resultados semelhante na interação com o rato.
- Devem ser considerados padrões individuais e serem registados como tal.
- Podem ser consideradas regiões de valores para a análise de dados, mas não valores específicos.
- Devem ser considerados jogos individuais para abranger alunos com necessidades específicas.
- Nem todos os alunos participam em todas as sessões, o que dificulta a análise de dados neste tipo de estudos.
- O ambiente de teste deve ser ligeiro e lúdico.
- Podem considerar-se mínimos de tentativas de interação por jogo.
- Podem analisar *clusters* por tempo indicativos do desempenho.
- O aumento da complexidade das imagens a escolher, aumenta o tempo de desempenho do clique de rato.
- Os alunos de 4 anos tentam interagir menos vezes que os de 5 anos em diferentes jogos.
- Os alunos de 4 anos precisam de mais tempo e realizam mais erros de interação que os de 5 anos.

Com esta análise realizada passemos então às conclusões gerais deste estudo.

Capítulo 5

Conclusões

Acerca deste estudo sobre análise de IPM em crianças, enquanto projeto de formação onde foram implementadas diversas aplicações de interação criança-computador, existem diversas conclusões a serem retiradas.

Assim a tirar deste ano de formação informática a alunos de 4 e 5 anos, entre as várias conclusões que podem ser aproveitadas para estudos futuros, temos uma das mais evidentes, o facto de que os alunos de 4 anos necessitam de mais atenção por parte dos educadores para poderem desenvolver capacidade motoras finas nas mãos e dedos de forma a puderem operar um computador, e os alunos de 5 anos precisam de testes mais difíceis e aliciantes de forma a progredirem em paralelo com os de 4 anos. De seguida passo a relatar as conclusões mais finas do projeto nos parágrafos que se seguem começando pelo primeiro período.

A turma dos 4 e 5 Anos no primeiro período teve um desempenho satisfatório no executar dos exercícios propostos com o intuito de desenvolver de atividades que potenciassem a motricidade fina na interação criança máquina que os alunos realizaram. Os alunos de 4 anos revelaram as dificuldades normais para o seu estágio de desenvolvimento, onde se debateram com funções do rato como o duplo clique e o arrasto, mas que mostraram melhorias com o decorrer das sessões. Já os alunos de 5 anos revelaram capacidades de motricidade fina já desenvolvidas, normais para a sua idade, onde os obstáculos do arrasto e do duplo clique foram facilmente ultrapassados. Num todo a turma pede desafios cada vez mais difíceis e a sua evolução é muito satisfatória com já disse anteriormente. As aplicações implementadas foram: *Gcompris*, *a coruja boo*, *coelho*, *toupeiras 1 e 2*, *o apanha as flores* e *o flocos de neve*.

Na análise dos testes com os jogos coelho e toupeiras, vimos que no primeiro, de clique, arrasto e largar, as crianças de 5 anos conseguiram valores muito próximos de um adulto, (cerca de 0.8 s), pois arrastavam diretamente o objeto ao alvo em tempos reduzidos, com a força certa para o movimento; já os de 4 anos obtiveram tempos superiores na mesma ação, muito por não seguirem uma linha reta de movimento, mas obtiveram também tempos mais curtos que o normal por não completarem o movimento. Isto por ainda não terem desenvolvido força e motricidade fina na mão que usa o rato. No segundo período vimos que estes valores melhoraram devido à evolução, crescimento e prática dos alunos de 4 anos.

Já no jogo toupeiras, de duplo clique, os resultados entre 4 e 5 anos foram semelhantes face à diferença entre grupos, os alunos de 5 anos realizaram o duplo clique com relativa facilidade ao fim de algumas aulas, e os alunos de 4 anos obtiveram valores elevados de duplo clique comparado com o MS standard de 0.5 segundos. Ainda assim para melhorar a satisfação na interação, o valor standard de 0.5 s foi aumentado para 0.8 s abrangendo um maior número de interações, mas os valores obtidos mostraram um elevado número de erros,

de tempo elevado de interação, quer nos 4 quer nos 5 anos. Assim inicialmente os alunos num todo não conseguiam realizar duplo clique, mas foram os mais velhos, que primeiro conseguiram selecionar ícones no ambiente Windows e fazer duplo clique para ligar a aplicação desejada.

Em relação ao 2º Período, foram abordadas as temáticas do desenho, da interação com o rato, da escrita no teclado, e da escolha e uso jogos didáticos. Os alunos de 5 anos revelaram muita aptidão em todas as temáticas enquanto que os de 4 mostraram melhorias relativas ao 1º Período quanto ao uso do rato, no desenho e na escolha e uso de jogos didáticos.

As aplicações implementadas no 2º Período foram: *Gcompris*, a *coruja boo*, *Reis Magos*, *Desenha3* e *Desenha_app*, *vogais e ditongos 1 e 2*, e *escrita de letras, números e palavras em português e inglês*.

No início de cada aula do 2º Período, os jogos do 1º Período continuaram a ser usados de forma a realizar um segundo teste, 3 meses depois do 1º teste, e com isto aumentou a concretização das interações tentadas e conseguidas em ambos os jogos, coelho e toupeiras.

Depois foram introduzidas gradualmente aplicações de desenho que aumentaram de complexidade com o decorrer das sessões. Assim os alunos experimentaram diferentes cores, espessuras de linha e preenchimento de formas, onde uma vez mais os alunos de 5 anos obtiveram melhores marcas muito por já terem desenvolvido a motricidade fina necessária para desenhar, conseguindo assim desenhar formas complexas em desenhos conjuntos; já os alunos de 4 anos riscaram o ecrã em grandes desenhos abstratos que ocupavam todo o ecrã certamente por ainda não terem desenvolvido capacidades de desenho analógico que pudessem transpor para o desenho digital como fizeram os de 5 anos.

Desta maneira as aulas evoluíram do desenho livre para o desenho influenciado por modelos pré desenhados e por fim para o uso do balde de tinta para colorir desenhos de super-heróis da animação infantil, de forma a conseguir que toda a turma realizasse os trabalhos pedidos, o que conseguiram.

Os alunos de 5 anos coloriram com maior precisão que os de 4 anos, mas ambos facilmente usaram o balde de tinta nas aplicações de desenho. Por esta altura os alunos de 4 anos já começaram a fazer duplo clique e clique para selecionarem as aplicações desejadas e os de 5 anos já interagem com a interface menu e aplicações de forma autónoma.

Com o objetivo de interação com a interface de menu conseguido, tal como o uso de aplicações de desenho, passámos à introdução de vogais, ditongos e escrita, através do jogos *vogais e ditongos* de *encontrar os pares* de letras iguais e do jogo de *escrita de palavras*.

Os jogos de *encontrar os pares* foram aceites de imediato por ambos os grupos, mas o grupo de 4 anos não completava toda a sequência de jogos propostos, muitas vezes faziam um de três jogos ou mesmo dois, mas dificilmente completavam os três jogos. Já os alunos de 5 anos completavam os 3 jogos com médias entre cliques inferiores ou semelhantes aos de 4 anos e pediam mais conteúdos para prosseguir a aprendizagem. Mas, como vimos na análise dos dados existiram exceções a estas regras, por parte dos alunos de 5 anos que necessitam de mais cliques para completar a tarefa proposta,

Desta forma se o primeiro passo foi o de introduzir letras com imagens, a seguir já se

pediu que as escrevessem, numa aplicação que dava um tempo limite para escrever o máximo de palavras sugeridas no ecrã. Neste caso os alunos de 4 anos não se mostraram muito interessados nesta aplicação e optaram por praticar as outras aplicações introduzidas ao longo das aulas, mas os alunos de 5 anos realizaram com sucesso a introdução de letras e palavras via teclado para o computador, inicialmente com ajuda da equipa educativa, onde apontávamos a posição das letras e depois autonomamente. O número de palavras que escreveram em 5 minutos é pouco relevante, entre 10 e 40 palavras, comparado com os valores do modelo KLM que estabelecem 40 palavras por minuto para o utilizador adulto não profissional, e 135 PPM para o melhor dos datilógrafos.

No terceiro período, continuámos a prática da escrita, do desenho, e da interação autónoma com a interface Windows e da aplicação web criada, mas também introduzimos jogos aritméticos como o “somas”, onde se reconhece como certa ou errada a soma de dois valores até 10, e aí os alunos de 5 anos conseguiram grandes performances de resultados certos seguidos. Desta forma conseguiu-se completar a introdução informática necessária para o ano seguinte.

As aplicações implementadas no segundo Período foram: *Gcompris*, *a coruja boo*, *Desenha3* e *Desenha_app*, *vogais e ditongos 1 e 2*, e *escrita de letras e números, palavras em português e inglês* e o *somas*.

Como síntese final, este projeto serve como modelo a projetos futuros, pelo número de evidências conseguidas, desde o tempo necessário para realizar duplo clique por crianças ser superior ao de adultos, à função importante que o *Gcompris* desempenha na continuação de prática entre testes, ou sobre a importância de usar animais nas ilustrações das aplicações.

As elações são muitas, mas apenas servem de introdução ao continuar do estudo da interação pessoa máquina em crianças, já que se conclui que elas podem e devem aprender informática em idade jovem de forma a introduzir padrões de utilização do computador e assim desenvolver a motricidade fina das mãos e dedos tal como as capacidades cognitivas de interpretação e outras valências psico-motoras.

Em modo de conclusão gostava de recomendar a leitura do anexo I, onde exponho os sumários e sínteses de aula dos três períodos letivos, que esta experiência levou a cumprir-se, para assim poder completar o método exposto nesta dissertação.

Bibliografia

- Birch, H. G., & Lefford, A. (1967). "Visual differentiation, intersensory integration, and voluntary motor control," *Monographs of the Society for Research in Child Development*, vol. 32.
- Checkpoints for Progress in Reading and Writing for Teachers and Learning Partners. (1998). *America Reads Challenge*.
- Christakis, D. A., Zimmerman, F. J., & DiGiusepp, D. L. (2004). "Early television exposure and subsequent attentional problems in children,". *Em Pediatrics*, vol. 113, no. 4 (pp. 708–713).
- Crook, C. (1992). "Young children's skill in using a mouse to control a graphical computer interface". *Computers and Education*, vol. 19, no. 3, pp. 199–207.
- Donker, A., & Reitsma, P. (2007). "Drag-and-drop errors in young children's use of the mouse". *Interacting with Computers*, vol. 19, pp. 257–266.
- Druin, A. (2002). "The role of children in the design of new technology". *Behaviour and Information Technology*, vol. 21, no. 1, pp. 1-25.
- Druin, A., Bederson, B. B., Hourcade,, J. P., Sherman, L., Revelle, G., Platner, M., & Weng, S. (2001). "Designing a digital library for young children: An intergenerational partnership". *Proceedings of JCDL 01*, pp. 398–405, ACM Press.
- Druin, A., Bederson, B., Weeks, A., Farber, A., Grosjean, J., Guha, M. L., . . . Zhang, L. (2003). "The International children's digital library: Description and analysis of first use". *First Monday*, vol. 8, no. 5.
- Fitts, P. M. (Junho de 1954). "The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement". *Journal of Experimental Psychology*. 47 (6): . doi:10.1037/h0055392. PMID 13174710., pp. 381–391.
- Flavell, J. H., Miller, P. H., & Miller, S. A. (2002). *Cognitive Development*. . Upper Saddle River, NJ: Pearson, fourth ed.
- Hourcade, J. P. (2008). Interaction Design and Children. *Foundations and Trends in Human–Computer Interaction Vol. 1, No. 4 (2007)*, pp. 277–392.
- Hourcade, J. P., Bederson, B. B., & Druin , A. (2004). Software Practice and Experience, vol. 34. "Building kidPad: An application for children's collaborative storytelling", pp. 895–914.
- Hourcade, J. P., Bederson, B. B., & Druin, A. (2004). "Building kidPad: An application for children's collaborative storytelling". *Software Practice and Experience*, vol. 34, pp. 895–914.
- Hourcade, J. P., Bederson, B. B., & Druin, A. (2004). "Preschool children's use of mouse buttons". *Extended Abstracts of Human Factors in Computing Systems (CHI 2004)*, ACM Press, pp. 1411–1412.
- Hourcade, J. P., Bederson, B. B., Druin, A., & Guimbretiere, F. (2004). "Differences in pointing task performance between preschool children and adults using mice". *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 11, no. 4, pp. 357–386.

- Hourcade, J. P., Crowther, M., & Hunt, L. (2007). "Does mouse size affect study and evaluation results? A study comparing preschool children's performance with small and regular-sized mice". *Proceedings of Interaction Design and Children 2007* (pp. 109-116). ACM Press.
- Joiner, R. W. (1998). "The effect of gender on children's software preferences,". *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 14, pp. 195–198.
- Joiner, R., Messer, D., Light, P., & Littl, K. (1998). "It is best to point for young children: A comparison of children's pointing and dragging". *Computers in Human Behavior*, vol. 14, no. 3, pp. 513–529.
- Jones, T. (1991). "An empirical study of children's use of computer pointing devices". *Journal of Educational Computing Research*, vol. 7, no. 1, pp. 61–76.
- Kail, R. (1991). "Developmental change in speed of processing during childhood and adolescence". *Psychological Bulletin*, vol. 109, no. 3, pp. 490–501.
- Kerr, R. (1975). "Movement control and maturation in elementary-grade children". *Perceptual and Motor Skills*, vol. 41, pp. 151–154.
- King, J., & Alloway, N. (1993). "Young children's use of microcomputer input device". *Computers in the Schools*, vol. 9, pp. 39–53.
- Lane, A. E., & Ziviani, J. M. (2002). "Enabling children computer access: Introduction to the test of mouse proficiency". *Occupational Therapy Journal of Research*, vol. 22, no. 3, pp. 111–118.
- Lane, A. E., & Ziviani, J. M. (2003). "Assessing children's competence in computer interactions: Preliminary reliability and validity of the test of mouse proficiency". *Occupational Therapy Journal of Research*, vol. 23, no. 1, pp. 18–26.
- Li, X., & Atkins, M. S. (2004). "Early childhood computer experience and cognitive and motor development". *Pediatrics*, vol. 113, no. 6, pp. 1715–1722.
- Markopoulos, P., & Bekker, M. M. (2003). "On the assessment of usability testing methods for children". *Interacting with Computers*, vol. 15, pp. 227–243.
- Payne, V. G., & Isaacs, L. D. (2005). *Human Motor Development: A Lifespan Approach*. New York: McGraw-Hill.
- Plowman, L., & Stephen, C. (2003). "A 'benign addition'? Research on ICT and preschool children". *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 19, pp. 149–164.
- Quinlan, J. R. (1993). *C4.5: Programs for Machine Learning*. Morgan Kaufmann Publishers.
- Rideout, V. J., Vandewater, E. A., & Wartell, E. A. (20 de Abril de 2007). *Zero to Six: Electronic Media in the Lives of Infants, Toddlers, and Preschoolers*. The Henry J. Kaiser Family Foundation. Obtido de KFF: <http://www.kff.org>
- Salmoni, A. W., & McIlwain, J. S. (1979). "Fitts' reciprocal tapping task: A measure of motor capacity". *Perceptual and Motor Skills*, vol. 49, pp. 403–413.
- Shneiderman, B. (2003). "Promoting universal usability with multi-layer interface design" in *Proceedings of the 2003. ACM Conference on Universal Usability* (pp. 1–8). ACM Press.
- Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2004). *Designing the User Interface: Strategies for Effective*

Human-Computer Interaction. Boston: Addison-Wesley, fourth ed.

Sugden, D. A. (1980). "Movement speed in children". *Journal of Motor Behavior*, vol. 12, pp. 125–132.

Wallace, S. A., Newell, K. M., & Wade, M. G. (1978). "Decision and response times as a function of movement difficulty in preschool children". *Child Development*, vol. 49, pp. 509–512.

Walter, V. A., Borgman, C. L., & Hirsh, S. G. (1996). "The science library catalog: A springboard for information literacy". *School Library Media Quarterly*, vol. 24, pp. 105–112.

Webgrafia

- «10 Best Gaming Keyboards (Reviewed Oct 2019)». sem data. Acedido 16 de Outubro de 2019. <https://10beasts.com/best-gaming-keyboards/>.
- «A CORUJA BOO - Jogos educativos para bebês e crianças». sem data. Acedido 16 de Outubro de 2019. <https://www.acorujaboo.com/>.
- «Applying Fitts' Law To Mobile Interface Design». sem data. Web Design Envato Tuts+. Acedido 17 de Outubro de 2019. <https://webdesign.tutsplus.com/articles/applying-fitts-law-to-mobile-interface-design--webdesign-6919>.
- «Best Gaming Mouse - Top Ten (Reviewed Oct 2019)». 2019. 10 Beasts. 28 de Setembro de 2019. <https://10beasts.com/best-gaming-mouse/>.
- «CalcRapid - Divisão exata - APPs - Hypatiamat». sem data. Acedido 16 de Outubro de 2019. <https://www.hypatiamat.com/jogos/calcrapid/calcrapid.html>.
- «CodePen: Build, Test, and Discover Front-end Code.» sem data. Acedido 16 de Outubro de 2019. <https://codepen.io/>.
- «COLORIR-ONLINE. Jogos para colorir online e desenhos para imprimir e colorir». sem data. Acedido 16 de Outubro de 2019. <https://www.colorir-online.com/>.
- «Desenhos para Colorir». sem data. Acedido 16 de Outubro de 2019. <https://desenhospracolorir.com.br/>.
- «Edit fiddle - JSFiddle». sem data. Acedido 26 de Outubro de 2019. <http://jsfiddle.net/d9BPz/546/>.
- «Fitts's Law». 2019. Em *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fitts%27s_law&oldid=918147671.
- «GCompris». 2019. Em *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=GCompris&oldid=916864337>.
- «html2canvas - Screenshots with JavaScript». sem data. Acedido 26 de Outubro de 2019. <https://html2canvas.hertzen.com/>.
- «Hypatiamat». sem data. Acedido 16 de Outubro de 2019. <https://www.hypatiamat.com/>.
- «javascript - Drawing a rectangle using click, mouse move, and click». sem data. Stack Overflow. Acedido 26 de Outubro de 2019. <https://stackoverflow.com/questions/17408010/drawing-a-rectangle-using-click-mouse-move-and-click>.
- «Jean Piaget». 2019. Em *Wikipédia, a enciclopédia livre*. https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Jean_Piaget&oldid=55308537.
- «Joystick». 2018. Em *Wikipédia, a enciclopédia livre*. <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Joystick&oldid=53097427>.
- «jquery - In Javascript, how to create an accurate timer with milliseconds?» sem data. Stack Overflow. Acedido 22 de Outubro de 2019. <https://stackoverflow.com/questions/32307483/in-javascript-how-to-create-an-accurate-timer-with-milliseconds>.

«jquery - random position of divs in javascript». sem data. Stack Overflow. Acedido 22 de Outubro de 2019. <https://stackoverflow.com/questions/4796743/random-position-of-divs-in-javascript>.

«JQuery Picture Memory Game». sem data. CodePen. Acedido 22 de Outubro de 2019. <https://codepen.io/mel/details/Brads>.

«k-means». 2018. Em *Wikipédia, a enciclopédia livre*. <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=K-means&oldid=52414774>.

Land, George, e Beth Jarman. 1998. *Breakpoint and Beyond: Mastering the Future Today*. Champaign, Ill.: Leadership 2000 Inc.

MacKenzie, I. Scott. 1992. «Fitts' Law As a Research and Design Tool in Human-computer Interaction». *Hum.-Comput. Interact.* 7 (1): 91–139. https://doi.org/10.1207/s15327051hci0701_3.

Malone, William. sem data. «Create a Drawing App with HTML5 Canvas and JavaScript». Acedido 16 de Outubro de 2019. <http://www.williammalone.com/articles/create-html5-canvas-javascript-drawing-app/>.

«Math QUIZ». sem data. CodePen. Acedido 22 de Outubro de 2019. <https://codepen.io/HassenOuni-Lannister/details/bZZLYV>.

«Menu Jogos». sem data. Acedido 16 de Outubro de 2019. <http://nmd.pt/jogos/menu.html>.

Microinformática - Teclado. sem data. www.ufpa.br. <http://www.ufpa.br/dicas/mic/mic-tecl.htm>.

«PHP's Microtime in JavaScript». sem data. Locutus. Acedido 22 de Outubro de 2019. <http://locutus.io/php/datetime/microtime/index.html>.

«Rato (informática)». 2019. Em *Wikipédia, a enciclopédia livre*. [https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Rato_\(inform%C3%A1tica\)&oldid=56244619](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Rato_(inform%C3%A1tica)&oldid=56244619).

«Scratch - Imagine, Program, Share». sem data. Acedido 24 de Outubro de 2019. <https://scratch.mit.edu/>.

Sequeira, Manuel. 1990. «Contributos e Limitações da Teoria de Piaget para a Educação em Ciências». <https://repositorium.sdum.uminho.pt/>.

«SimuCUBE simulator force feedback controller». sem data. Granite Devices. Acedido 22 de Outubro de 2019. <https://granitedevices.com/simucube-simulator-force-feedback-controller/>.

«Tryit Editor v3.6». sem data. Acedido 22 de Outubro de 2019. https://www.w3schools.com/jsref/tryit.asp?filename=tryjsref_node_appendchild.

«Typing game - plain JS». sem data. Acedido 16 de Outubro de 2019. <https://codepen.io/nikola1970/pen/oxXbmb>.

«Typing Game - Plain JS». ———. sem data. CodePen. Acedido 16 de Outubro de 2019. <https://codepen.io/nikola1970/details/oxXbmb>.

«Weka». 2019. Em *Wikipédia, a enciclopédia livre*. <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Weka&oldid=55404163>.

«What Is Visual Design?». sem data. The Interaction Design Foundation. Acedido 16 de Outubro de 2019. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/visual-design>.

Anexos

Anexo I

Sínteses e Sumários de aula

Turma 4 e 5 Anos - Atividades lúdico-educativas 2018/19

Primeiro Período

Semana 3

4/10 – Aula 1 – 30m

Resolução de exercícios de coordenação motora no uso do rato quanto ao movimento e clique.

Semana 4

11/10 – Aula 2 - 30m

Resumo de aula: Os ratos usados são demasiado grandes para a mão dos alunos de 4 anos, a forma como agarram no rato faz com que usem a tecla direita como a principal. Mostram facilidade no clique e movimentação do rato, e dificuldade na realização de tarefas compostas, como clicar, na bola de um jogo, esperar pela força, e clicar novamente para chutar a bola.

Semana 5

18/10 - Aula 3 – 30m

Resumo de aula: Hoje experimentei ligar o browser com os jogos “a coruja boo”, de 9 alunos apenas 4 alunos conseguiram jogar e entenderam a interação com o browser, apesar de clicarem com qualquer botão e ligarem outras funcionalidades como o inspetor do *Chrome*. Ao fim de alguns minutos após sucessivas interações falhadas, pediam-me para voltar a jogar com o *Gcompris*

Semana 6

25/10 – Aula 4 – 30m

Resumo de aula: A turma experimentou os jogos “a coruja boo”, sem anúncios, e sem contexto menu do botão direito, no interface criado por mim. Não consegui eliminar todas as possibilidades de uso do botão direito, e por algumas vezes tive que desligar os menus ligados acidentalmente. Também experimentei o jogo do coelho faminto, os alunos jogaram sem problemas de maior se bem que o gesto, clicar, manter premido, arrastar e largar foi difícil de executar para alguns alunos.

Semana 7

08/11 – Aula 5 – 30m

Os alunos jogaram com “a coruja boo”, o coelho faminto, as toupeiras traquinas e as vogais.

Semana 8

15/11 – Aula 6 – 30m

Os alunos jogaram com “a coruja boo”, o coelho faminto, as toupeiras traquinas e as vogais.

Semana 9

29/11 -Aula 7 – 30m

Resumo de aula: Os alunos jogaram as flores, o coelho (o clique e arrasto deve ser totalmente revisto, os erros de alvo causam mudanças de página), as toupeiras 1 e toupeiras 2, tendo o modo estático ganho em número de cliques e duplo cliques, e o desenhar, cuja precisão de rato não permite círculos perfeitos. A cor do menu e dos níveis seguintes deve ser diferenciada em todos os jogos, já que as crianças ainda não sabem ler “menu”

Semana 10

6/12 – Aula 8 – 30m

Os alunos repetiram os jogos das aulas anteriores.

Semana 11

13/12 – Aula 9 – 30m

Os alunos começaram por jogar uma versão do jogo apanha as flores, mas desta vez, apanha os flocos de neve. Depois jogaram ao Gcompris, “o Avião”.

Segundo Período

Semana 12

03/01 – Aula 10 – 30m

Os alunos começaram por jogar aos flocos de neve com versão reis magos. Depois experimentaram a ferramenta de desenho. Na próxima aula devem receber desenhos para copiarem. No fim jogaram *Gcompris*.

Semana 13

10/01 – Aula 11 – 30m

Desenho de ilustrações e figuras geométricas.

Semana 14

17/01 - Aula 12 – 30m

Desenhos compostos

Semana 15

24/01 – Aula 13 – 30m

Desenhos de tracejar e preencher

Semana 17

07/02 – Aula 14 – 30m

Desenhos de preencher com balde de tinta.

Semana 18

21/02 – Aula 15 – 30m

Desenhos de bonecos animados de preencher com balde de tinta.

Semana 19

28/02 – Aula 16 – 30m

Desenhos das profissões de preencher com balde de tinta.

Semana 20

07/03 – Aula 17 – 30m

Teste avaliativo

Semana 21

14/03 – Aula 18 – 30m

Teste avaliativo

Semana 22

21/03 – Aula 19 – 30m

Gcompris, vogais, ditongos e escrita de palavras em português

Semana 23

28/03 – Aula 20 – 30m

Gcompris, vogais, ditongos e escrita de palavras em português e inglês

Semana 24

04/04 – Aula 21 – 30m

Gcompris, e escrita do alfabeto, dos números até 9 e palavras em português e inglês

Terceiro Período

Semana 25

02/05 – Aula 22 - 30m

Gcompris - Jogos lúdico didáticos

Semana 26

09/05 – Aula 23 – 30m

Jogos Matemáticos - Soma

Semana 27

16/05 – Aula 24 -30m

Jogos didáticos – *Gcompris*

Semana 28

23/05 – Aula 25 – 30m

Jogos didáticos – *Gcompris*, Jogos Matemáticos – Soma, e escrita de palavras e letras.

Semana 29

30/05 – Aula 25 – 30m

Jogos didáticos – *Gcompris*,

Semana 30

7/06 – Aula 26 – 30m

Jogos didáticos – *Gcompris*,

Semana 31

13/06 – Aula 27 – 30m

Teste vogais e ditongos